ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 OCTOBRE 1932.

PRÉSIDENCE DE M. Louis MANGIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le bureau le volume VIII, deuxième partie, années 1927-1928, et le volume IX, année 1929, des *Tables annuelles des Constantes et Données numériques de Chimie, de Physique, de Biologie et de Technologie*, publiées sous le patronage du Conseil international de Recherches et de l'Union internationale de la Chimie. Secrétaire général : Ch. Marie.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur les brouillards nocifs*. Note de M. **Camille Matignon**.

Le brouillard intense qui s'est maintenu dans la vallée de la Meuse pendant les quatre premiers jours de décembre de l'année 1930 a causé la mort de 70 personnes et entraîné la maladie de plusieurs milliers d'habitants.

Les experts ont montré que les éléments nocifs provenaient des foyers industriels et domestiques de la région et étaient surtout constitués par les acides sulfureux et sulfurique (1).

Il me paraît intéressant de signaler à l'Académie l'observation d'un brouillard malfaisant faite par le pharmacien militaire Paissé le 14 nivôse, an VIII (4 janvier 1800) à Maestricht (alors chef-lieu d'un département français) également dans la vallée de la Meuse.

« Le 14 nivôse, un brouillard peu épais couvrait l'horizon, à 9h il s'éleva de quelques

---

(1) Mage et Batta, *Chimie et Industrie*, 27, 1932, p. 961.

mètres, à 11h il devient plus considérable, à midi il était si épais que deux personnes près l'une de l'autre avaient beaucoup de peine à s'apercevoir, à 3h sa densité était encore plus grande (température + 9°).

» Il exhalait une odeur si fétide qu'il gênait fortement la respiration; l'odeur et l'âcreté de ce météore étaient si désagréables, que j'ai cru un instant que cette propriété lui était communiquée par les vapeurs du combustible bitumeux dont on fait usage dans le pays, et je n'ai été entièrement désabusé qu'en m'éloignant de la ville; en pleine campagne, je me suis trouvé aussi vivement affecté de ses effets; mes yeux étaient irrités au point de laisser couler des larmes involontaires. Je suis rentré chez moi après avoir surmonté les plus grandes difficultés.

» Le brouillard ne se dissipa qu'à 9h du soir.

» Le lendemain j'ai vu plusieurs personnes se plaindre d'avoir éprouvé, dans la nuit du 14, des insomnies, et moi-même j'étais dans ce cas; il est également entré à l'hospice militaire de cette place plusieurs militaires atteints d'engorgement aux glandes parotides et aux testicules; cette affection était généralement accompagnée de surdité.

» Un pharmacien de cet hospice, qui paraissait bien portant le jour du brouillard, éprouva, pendant la nuit du 14, un frisson fébrile, qui détermina une inflammation à la gorge, avec extinction de voix, un violent mal de tête et une surdité complète [1]. »

Parmentier, dans un Mémoire qui fait suite [2], propose tout un programme d'essais pour déterminer la nature des vapeurs qui constituent ces brouillards, établir les différences qui existent entre elles et, par des expériences bien exactes, fixer leurs propriétés physiques et chimiques.

Il voit d'ailleurs dans les fumées des foyers (on consommait déjà la houille dans la vallée de la Meuse) la cause des malaises, évidemment beaucoup moins graves qu'en 1930, en raison du petit nombre d'usines existant alors dans la vallée.

Il note également une observation faite à l'occasion d'un grand brouillard qui se manifesta à Paris l'année précédente.

« Je remarquai que, dans la cour de la maison où je me trouvais, l'odeur de ce brouillard était comme bitumeuse, et que sa saveur était si âcre qu'elle faisait mal à la gorge; mais qu'à une distance de 400m environ, cette odeur et cette saveur étaient bien moins fortes, et par conséquent plus supportables.

» Pour me rendre raison de cette différence, je m'informai si, dans le voisinage de la maison où j'étais, on ne brûlait pas du charbon de terre J'appris en effet qu'à très peu de distance il y avait un forgeron. »

---

[1] Paissé, *Annales de Chimie*, 34, an VIII, 1800, p. 219.
[2] *Ibid.*, p. 225.

La fumée, à la sortie de la cheminée, ne se répandait pas dans l'atmosphère, mais était refoulée dans le brouillard.

« J'en conclus que l'odeur bitumeuse dont j'étais frappé devait être attribuée, en grande partie, à la fumée de la forge; ce qui acheva de me le prouver, c'est qu'à 200^{m} plus loin, l'odeur était infiniment moins sensible.

» Je tirai encore de cette observation une autre conséquence, c'est qu'il devait en être de la fumée qui sortait de toutes les maisons voisines, comme de celle de la cheminée de la forge dont j'avais examiné la marche. La fumée des combustibles ordinaires ayant toujours, comme on sait, une odeur et une saveur désagréables, il me semblait qu'en se mêlant avec le brouillard, elle devait nécessairement produire, sur ceux qui étaient exposés à son contact, des effets différents de ceux qu'ils auraient éprouvés s'ils avaient seulement été entourés d'un brouillard dans lequel il n'y aurait pas eu de fumée mêlée.

» J'aurais bien désiré pouvoir vérifier si ma conjecture était fondée; mais des obstacles s'y opposèrent.

» Au reste, en admettant que la fumée n'influe pas d'une manière aussi marquée que je le présume sur la saveur et l'odeur des brouillards, lorsqu'on les respire dans des lieux très populeux et où les habitations sont très rapprochées, on ne disconviendra pas au moins que les vapeurs de différente nature, qui s'élèvent continuellement de ces endroits, et qui, dans un temps ordinaire, sont emportées par l'air; que ces vapeurs, dis-je, ne pouvant pas être aussi facilement dissipées lorsque l'air est chargé de brouillard que lorsqu'il est pur, il doit en résulter qu'elles doivent agir sur nos organes, et y produire les effets dont nous nous plaignons, et que nous attribuons mal à propos au brouillard, tandis que ces vapeurs ne lui appartiennent pas réellement, puisque ces effets n'ont pas lieu lorsqu'on le respire en pleine campagne. »

M. **Jean Charcot** rend compte à l'Académie [1] de la Croisière du *Pourquoi-Pas?* de 1932.

1° La Mission française de l'Année polaire 1932-1933, transportée au Scoresby-Sund, y a trouvé, en excellent état, une maison confortable et une station aérologique, préparées par le *Pourquoi-Pas?* l'an dernier. Ainsi, dès l'arrivée, les observations obligatoires internationales, auraient pu être mises en train; mais le vaste programme adopté dans la suite a nécessité de nouvelles et très importantes installations.

La Marine, suivant ses traditions séculaires, a prêté largement son concours à l'Instruction publique, non seulement en fournissant du personnel et un matériel considérable, mais encore en armant, comme les

---

[1] Séance du 10 octobre 1932.

années précédentes, le *Pourquoi-Pas?* commandé par l'officier des équipages Chatton et lui adjoignant le puissant brise-glace *Pollux*, commandé par le capitaine de corvette E. Mailloux.

Grâce à l'entrain des équipages bien dirigés par leurs chefs et l'entente cordiale et amicale qui n'a cessé de régner entre tout le personnel des deux navires, les 400 tonnes transportées et jugées indispensables par les membres de la Mission polaire ont pu être débarquées. Les hommes travaillant ensuite en menuisiers, charpentiers, électriciens, mécaniciens, terrassiers, etc., même en montagnards, ont laissé la station Paul-Doumer et son annexe aérologique, luxueusement installées.

M. Maurain a pu s'assurer des conditions parfaites, tant prévues que nouvelles, dans lesquelles se trouve la Mission française pour la poursuite et la réalisation des travaux scientifiques qui lui sont confiés.

2° La présence à bord de MM. Maurain et Jean-Louis Faure, de M. Parat, de MM. Devaux et P. Drach, a permis au *Pourquoi-Pas?* de poursuivre, comme chaque année, toute une série de recherches en dehors de l'installation de la station Paul-Doumer. On peut escompter que, continuées l'été prochain, elles viendront s'ajouter au bilan de l'opération scientifique internationale de 1932-1933.

Ont été effectuées, au cours du voyage par M. Maurain, aidé de M. Devaux, une série de mesures de la conductibilité électrique de l'atmosphère et du nombre de noyaux de condensation atmosphérique; au Scoresby-Sund, des mesures par enregistrement de la radiation solaire globale.

Un rapport a été rédigé par M. J.-L. Faure sur les hôpitaux d'Islande et des Féroé, ainsi qu'un récit anecdotique du voyage.

De riches collections biologiques ont été remises au Muséum par MM. Parat et P. Drach. Ils ont également effectué, sur tout le trajet, des observations de plankton et des recherches de salinité de l'eau de mer et du pH.

M. Devaux a étudié la neige, la glace des icebergs et floes au Scoresby-Sund. Ces messieurs, dans des ascensions et des excursions, ont, en outre, levé des plans topographiques contribuant à la connaissance de la région. De nombreuses observations concernant les glaces, la navigation et des phénomènes météorologiques, en particulier un arc-en-ciel de nuit, ainsi que les mouvements du baromètre dans les rafales, ont été recueillies par le personnel du bord.

Grâce au large esprit scientifique du savant explorateur danois Lauge Koch, qui nous a donné les indications nécessaires, le *Pourquoi-Pas ?* s'est

rendu au Cap Leslie, au fond du Scoresby-Sund, et a pu recueillir une riche collection de fossiles uniques et inconnus.

Le *Pollux*, en accord toujours parfait avec le *Pourquoi-Pas?*, a pu, en se servant d'instruments fournis par ce navire, effectuer une intéressante série de coupes hydrologiques.

Plusieurs centaines de photographies ont été prises et une large documentation générale rapportée.

3° Nous avons eu la bonne fortune, au Scoresby-Sund et en Islande, de nous trouver en rapport avec Lauge Koch, la Mission anglaise de Watkins, les membres de la station de l'Année polaire hollandaise d'Angmassalik et de Reykjavik, ainsi qu'avec M. Mercanton venant d'installer la station Dano-Suisse au Sneefelds Jokull.

Nous avons pu rendre quelques services aux Danois, notamment en transportant d'Islande au Scoresby-Sund un des avions de Lauge Koch qui, depuis trois ans, poursuit un magnifique travail au nord du Scoresby-Sund et nous a toujours fait profiter largement de ses conseils, de son appui et de son expérience.

Un rapport détaillé est en cours de rédaction sur cette campagne, rendue très fructueuse, grâce à la valeur de l'État-Major scientifique, du commandant Chatton, des officiers mariniers et de tout l'équipage du *Pourquoi-Pas?*

M. **Jean Charcot** communique à l'Académie [1] les nouvelles qu'il vient de recevoir de l'explorateur danois Ejnar Mikkelsen et qui doivent tout particulièrement intéresser notre pays.

Le capitaine Ejnar Mikkelsen, fondateur de la Colonie d'Esquimaux du Scoresby-Sund et qui a puissamment contribué à l'organisation de la Station française de l'Année polaire 1932-1933, avait déjà, dans une mémorable expédition, sous les ordres de l'amiral Amdrup, longé la côte orientale du Groenland s'étendant du Scoresby-Sund à Angmassalik dans un canot à l'aviron, tantôt porté et tantôt à flot. En atteignant la terre de Blosseville, les explorateurs danois avaient déployé le pavillon français.

Cette côte était jusqu'à présent réputée inaccessible à la navigation et même à l'exploration par terre. En cet été de 1932, Ejnar Mikkelsen, avec une équipe de savants sur son petit navire le *Sokongen*, non seulement l'a parcourue, mais encore l'a étudiée à fond. Il a, de plus, construit et appro-

[1] Séance du 10 octobre 1932.

visionné des huttes qui permettront la communication entre le Scoresby-Sund et Angmassalik.

Les travaux de Lauge Koch, au nord du Scoresby-Sund, et ceux de Mikkelsen au sud, contribuent d'une façon remarquable à l'œuvre admirable, tant scientifique que sociale, inlassablement poursuivie par les Danois dans leur colonie du Groenland.

Mikkelsen s'est particulièrement attaché dans sa dernière expédition à l'étude de la Terre de Blosseville. Nous devons nous réjouir avec lui qu'il ait voulu et pu ainsi célébrer le centenaire de la mort glorieuse de notre compatriote qui, en 1832, a péri avec tout son équipage en s'efforçant d'approcher de la région qu'il avait découverte de loin et à laquelle les Danois ont tenu à donner son nom.

M. **Jules Richard** fait hommage à l'Académie des fascicules LXXXIV et LXXXV des *Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par* Albert Ier prince souverain de Monaco : *Recueil des travaux publiés sur ses campagnes scientifiques*, par le Prince Albert Ier de Monaco, et *Annélides Polychètes provenant des campagnes de l'*Hirondelle II (1911-1915), par Pierre Fauvel.

M. **Arnold Theiler** fait hommage à l'Académie de ses *Untersuchungen über den Bau normaler und durch calcium- und phosphorarme Nahrung veränderter Rinderknochen.*

NOMINATIONS.

MM. **E. Picard**, **L. Lecornu** et **A. Cotton** sont désignés pour représenter l'Académie au Conseil d'Administration de l'*Institut de Mécanique* de la Faculté des Sciences de Paris.

PRÉSENTATIONS.

Dans la formation d'une liste de candidats au poste de Directeur de l'*Observatoire de Marseille*, pour la première ligne, M. *Émile Paloque* obtient 41 suffrages contre 1 à M. *Jean Dufay* et 1 à M. *Alexandre Véronnet*.

Pour la seconde ligne, M. *Jean Dufay* obtient 32 suffrages contre 1 à M. *Alexandre Véronnet*.

En conséquence la liste présentée à M. le Ministre de l'Éducation nationale comprendra :

En première ligne................ M. **Émile Paloque**.
En seconde ligne................ M. **Jean Dufay**.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Henri Mémery. *L'Influence Solaire et les Progrès de la Météorologie.*

2° *Actualités scientifiques et industrielles. Exposés de physique théorique*, publiés sous la direction de M. Louis de Broglie. Fascicules I-V. (Présentés par M. M. de Broglie.)

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur la solution continue la plus générale d'une équation fonctionnelle de la théorie des probabilités en chaîne.* Note de M. **Maurice Fréchet**, présentée par M. Hadamard.

L'attention a été récemment attirée sur l'équation fonctionnelle

$$(\mathrm{F}_r)\qquad \varphi_{jk}(s,t)=\sum_{i=1}^{i=r}\varphi_{ji}(s,u)\,\varphi_{ik}(u,t)\qquad (\text{pour } s\leqq u\leqq t;\ j,k=1,2,\ldots,r).$$

Dans la théorie des probabilités en chaîne, cette équation se présente avec les conditions

$$(\mathrm{L})\qquad \varphi_{jk}(s,s)=\begin{cases}1 & \text{si } j=k,\\ 0 & \text{si } j\neq k\end{cases}$$

et

$$(\mathrm{T})\qquad \sum_{k=1}^{k=r}\varphi_{jk}(s,t)=1,$$

$$(\mathrm{P})\qquad \varphi_{jk}(s,t)\geqq 0.$$

M. Kolmogoroff [1] a montré que les solutions dérivables en s et t satisfont à certaines équations différentielles linéaires du premier ordre.

M. Hostinsky [2] a obtenu des solutions explicites, extrêmement générales, de la forme

$$\varphi_{ii}(s,t)=1+\psi_{ii}(s,t),\qquad \varphi_{ik}(s,t)=\psi_{ik}(s,t)\qquad (i\neq k)$$

avec

$$\psi_{ik}(s,t)=\int_s^t a_{ik}(u)\,du+\sum_{\alpha=1}^{\alpha=r}\int\int a_{i\alpha}(u_1)\,a_{\alpha k}(u_2)\,du_1\,du_2+\ldots$$
$$+\sum_{\alpha=1}^{r}\cdots\sum_{\lambda=1}^{r}\int\cdots\int a_{i\alpha}(u_1)\,a_{\alpha\beta}(u_2)\ldots a_{\lambda k}(u_m)\,du_1\ldots du_m+\ldots,$$

où le domaine d'intégration du $m^{\text{ième}}$ terme est

$$s\leqq u_1\leqq u_2\ldots\leqq u_m\leqq t.$$

Les fonctions $\varphi_{ik}(s,t)$ ainsi définies sont, quelles que soient les fonctions continues $a_{ik}(u)$, des solutions continues de (F_r), vérifiant la condition (L).

La possibilité d'un choix arbitraire des r^2 fonctions continues $a_{ik}(u)$ rend *tout à fait remarquable* ce résultat (obtenu, de surcroît, par un emploi très ingénieux de la notion — due à M. Volterra — de l'intégration des substitutions). Toutefois, M. Hostinsky ne démontre pas (et d'ailleurs n'affirme pas) que les expressions ainsi obtenues soient les solutions continues les plus générales de (F_r) parmi celles qui vérifient la condition (L).

Nous avons pu combler cette importante lacune au moyen d'expressions beaucoup plus simples (ne contenant ni séries infinies, ni signe d'intégration) et par un raisonnement plus direct :

Les solutions continues de l'équation fonctionnelle (F_r), *qui sont* LES PLUS GÉNÉRALES *parmi celle qui vérifient la condition* (L), *sont de la forme*

$$\boxed{\varphi_{jk}(s,t)=\sum_i a_{ji}(s)\frac{A_{ki}(t)}{d(t)}},\qquad (1)$$

où les $a_{ji}(s)$ sont des fonctions continues de s entièrement arbitraires (pourvu que leur déterminant $d(s)$ reste $\neq 0$) et où les $A_{ki}(t)$ sont les coefficients des $a_{ki}(t)$ dans le développement de $d(t)$.

Il suffit de substituer aux $\varphi_{jk}(s,t)$ les expressions (1) dans (F_r) et (L)

(1) *Math. Ann.*, **104**, 1931, p. 428-431.

(2) *Pub. Fac. Sc. Univ. Mazaryk*, fasc. **156**, 1932, p. 4-12.

pour s'assurer que ces équations sont vérifiées. La démonstration de la réciproque et de ses conséquences sera publiée ailleurs ainsi que son extension à l'équation fonctionnelle de Chapman.

A titre d'exemple de l'intervention des conditions supplémentaires (T) et (P), indiquons la forme simple que prend, *dans le cas où* $r=2$, *le système de solutions continues de* (F_2) *le plus général parmi celles qui vérifient simultanément les conditions* (L), (T), (P), soit

$$(2)\quad \begin{cases} p_{11}(s,t)=\dfrac{b(t)+a(s)}{d(t)}, & p_{12}(s,t)=\dfrac{a(t)-a(s)}{d(t)}; \\ p_{21}(s,t)=\dfrac{b(t)-b(s)}{d(t)}, & p_{22}(s,t)=\dfrac{a(t)+b(s)}{d(t)}; \end{cases}$$

où $d(t)=a(t)+b(t)$ et où $a(s)$, $b(s)$ sont des fonctions continues *non décroissantes* dont la somme reste positive. On résout facilement sur ces expressions le problème principal qui se pose à leur sujet (en théorie des probabilités) : savoir déterminer le comportement des $p_{jk}(s,t)$ quand t croît indéfiniment.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'unicité des solutions des équations aux dérivées partielles du premier ordre*. Note [1] de M. **Alfred Rosenblatt.**

J'ai déjà donné (*Comptes rendus*, 6 juin 1931) des généralisations des théorèmes importants obtenus par M. Haar sur l'unicité des solutions des équations aux dérivées partielles du premier ordre (*Comptes rendus*, 2 juillet 1928; *Actes de Bologne*, 3, p. 5). En revenant sur ce sujet je voudrais signaler les théorèmes suivants faciles d'ailleurs à établir :

Théorème I. — *Soit* T *le triangle limité par les droites*

$$x=0, \qquad y-b+Ax=0, \qquad y+b-Ax=0,$$

$b>0$, $A>0$. *Supposons que la fonction* $z(x, y)$ *et ses dérivées* p, q *soient continues dans* T *et que* z/x^m, $0\leq m<1$ *tend vers zéro avec* x. *Supposons que l'on ait pour* $x>0$ *rempli l'inégalité*

$$(1)\qquad |p|\leq\frac{m|z|}{x}+A|q|+\delta e^{x^{1-m}}.$$

On aura alors dans T *l'inégalité*

$$(2)\qquad |z|\leq\delta x^m\frac{e^{x^{1-m}}-1}{1-m}.$$

[1] Séance du 10 octobre 1932.

La condition (1) peut être remplacée par la condition

(3) $$|p| \leq \left(\frac{m}{x} + \frac{1-m}{x^m}\right)|z| + \delta + A|q|,$$

ce qui donne pour $m = 0$ le théorème de M. Haar.

Théorème II. — *Supposons z/x continu pour $x = 0$. L'inégalité*

(4) $$|p| \leq \frac{|z|}{x}\left[1 - \frac{1+\varepsilon}{\log\frac{1}{x}}\right] + \delta + A|q| \qquad (\varepsilon > 0,\ \delta > 0)$$

entraîne l'inégalité

(5) $$|z| \leq \frac{\delta}{\varepsilon'} \times \log\frac{1}{x} \qquad (0 < \varepsilon' < \varepsilon).$$

Théorème III. — *Supposons que $z \log 1/x$ soit continu et égale 0 sur l'axe des y, et que l'on ait l'inégalité pour $x > 0$,*

(6) $$|p| \leq A|q| + \frac{|z|}{x\log\frac{1}{x}} + \frac{\delta}{x\left(\log\frac{1}{x}\right)^2},$$

$\delta > 0$. On a alors l'inégalité

(7) $$|z| \leq \frac{\delta'}{\left(\log\frac{1}{x}\right)^2}$$

avec $\delta' > \delta$.

Théorème IV. — *Soient U, V deux fonctions continues en x, y ainsi que leurs dérivées. Supposons qu'elles s'annulent pour $x = 0$ et qu'elles satisfont au système linéaire*

(8) $$\begin{cases} \dfrac{\partial U}{\partial x} = A_1 \dfrac{\partial U}{\partial y} + B_{11}U + B_{12}V, \\ \dfrac{\partial V}{\partial x} = A_2 \dfrac{\partial V}{\partial y} + B_{21}U + B_{22}V. \end{cases}$$

A_1, A_2 sont continus dans T, de maximum de module $\leq$ A. Les B satisfont pour $x > 0$ aux inégalités

(9) $$|B_{11}|,\ |B_{22}| \leq \frac{1}{x\log\frac{1}{x}},$$

$$|B_{12}|,\ |B_{21}| \leq \frac{1}{x\left(\log\frac{1}{x}\right)^2},$$

étant continues pour $x > 0$ et sur l'axe des y. U, V sont alors *identiquement nulles*.

C'est une généralisation d'un théorème important de M. Haar.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de fonctions méromorphes.* Note de M. **Paul Montel.**

1. Nous avons appelé *fraction rationnelle à termes entrelacés* une fraction $R(z)$ telle que les zéros de chacun de ses termes soient réels, simples et séparent les zéros de l'autre terme [1]. La substitution $[z, R(z)]$ a des propriétés qui rapprochent $R(z)$ de la fonction homographique et, sauf dans le cas où $R(z)$ se réduit à une fonction homographique, elle diminue la distance non euclidienne de deux points.

Les fractions à termes entrelacés forment un groupe : si $R(z)$ et $S(z)$ sont à termes entrelacés, il en est de même pour $R[S(z)]$.

2. Soit $f(z)$ une fonction qui est limite uniforme, dans le plan ouvert, d'une suite infinie de fractions $R_n(z)$ à termes entrelacés : $f(z)$ est une fonction méromorphe dans le plan ouvert. On peut établir les théorèmes suivants :

Pour qu'une fonction $f(z)$ soit limite uniforme de fractions à termes entrelacés, il faut et il suffit qu'elle soit de la forme

$$f(z) = A - Bz + \sum_{i=1}^{\infty} A_i \left[\frac{1}{z - \alpha_i} + \frac{1}{\alpha_i} \right], \tag{1}$$

les constantes A, B, A_i, α_i *étant réelles*, A_i *et* B *de même signe et la série* $\sum_{i=1}^{\infty} A_i / \alpha_i^2$ *convergente.*

Si les pôles sont de même signe, on distingue deux types de fractions suivant que les zéros suivent les pôles ou inversement.

Pour qu'une fonction $f(z)$ soit limite uniforme de fractions à termes entrelacés, à pôles positifs et du premier type, il faut et il suffit qu'elle soit de la forme

$$f(z) = -A + \sum_{i=1}^{\infty} \frac{A_i}{z - \alpha_i}, \tag{2}$$

les nombres α_i étant positifs, les nombres A *et* A_i *réels de même signe, et la série* $\Sigma A_i/\alpha_i$ *convergente.*

3. En appliquant les théorèmes précédents aux fonctions égales à la

---

[1] *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 1014; *Mathematica*, **5**, 1931, p. 110-129.

dérivée logarithmique d'un polynome, on retrouve les propositions caractérisant les fonctions entières qui sont limites de polynomes à zéros réels, ou à zéros réels et de même signe [1].

Voici une autre application. Considérons les séries

$$f(z) = a_0 + a_1 z + \ldots,$$
$$g(z) = b_0 + b_1 z + \ldots,$$

et désignons par $R_n(z)$ la fonction rationnelle section :

$$R_n(z) = \frac{a_0 + a_1 z + \ldots + a_n z^n}{b_0 + b_1 z + \ldots + b_n z^n}.$$

Si les fractions rationnelles sections du quotient de deux séries entières sont à termes entrelacés, elles convergent uniformément dans le plan ouvert, sauf peut-être en certains points isolés, vers une fonction méromorphe de la forme (1) *et de genre un au plus.*

On obtient un théorème semblable lorsque les pôles des fractions sections sont tous de même signe; le genre est alors nul et la limite de la forme (2).

Il suffit d'ailleurs qu'il existe une suite infinie de fractions $R_n(z)$ qui aient deux termes entrelacés.

4. Désignons par (E) l'ensemble des fonctions méromorphes limites de fractions à termes entrelacés. Si $f(z)$ et $g(z)$ appartiennent à (E), il en est de même de $f[g(z)]$. En particulier, la suite des itérées $f_n(z)$ de $f(z)$ appartient à (E).

Dans cette itération, il peut exister un point fixe complexe d'ordre *un* ou deux; ce point est attractif, ainsi que son conjugué et il n'y a pas d'autre point attractif; les points répulsifs forment un ensemble partout dense sur l'axe réel. La suite converge uniformément vers une constante dans l'un des demi-plans séparés par l'axe réel et vers la constante conjuguée dans l'autre demi-plan.

S'il n'y a pas de point fixe complexe, il existe un point fixe réel, d'ordre *un* ou deux, attractif ou indifférent. L'ensemble des points répulsifs et de leurs points limites est un ensemble parfait non dense sur l'axe réel. En dehors des points de cet ensemble la suite converge uniformément vers une constante réelle.

On obtient, dans chacun de ces cas, des fonctions de Kœnigs vérifiant

---

(1) G. Pólya, *Rend. del Circ. Mat. di Palermo*, 36, 1913, p. 279; P. Montel, *Ann. sc. de l'École Normale sup.*, 33, 1916, p. 279.

une équation de Schrœder; ces fonctions sont définies soit dans un demi-plan où elles sont holomorphes et admettent l'axe réel comme coupure; soit dans le plan entier, où elles sont holomorphes et admettent comme points singuliers l'ensemble parfait discontinu précédent.

Ces résultats sont d'accord avec les théorèmes obtenus par M. Wolff et M. Valiron (¹) sur les fonctions holomorphes dans le demi-plan supérieur et dont les valeurs appartiennent à ce demi-plan. Une telle fonction possède la propriété de diminuer la distance non euclidienne de deux points et le théorème de M. Wolff peut se déduire aisément de cette propriété.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Comparaison entre les corrections de parois dans les souffleries de section rectangulaire et de section circulaire.* Note (²) de MM. **A. Toussaint** et **H. Girerd**, présentée par M. Henri Villat.

En vue d'expérimentation en courant plan, nous avons monté dans la soufflerie de 2^m de diamètre de l'Institut Aérotechnique de Saint-Cyr deux panneaux plans parallèles de 2^m de long, distants de $0^m,750$.

Ce dispositif permet de passer aisément de l'expérimentation en veine circulaire à l'expérimentation en veine rectangulaire, la balance, le modèle et les liaisons restant inchangés.

Nous avons été ainsi conduits à comparer les polaires obtenues en tunnel rectangulaire et en tunnel circulaire, dans des conditions expérimentales qui semblent exclure l'influence éventuelle de tous autres facteurs.

La méthode des images pour la veine circulaire, en admettant une distribution elliptique de la circulation, donne les corrections suivantes :

$$\Delta i = C_y \frac{S}{8 S_0}(1+\delta) \qquad \text{et} \qquad \Delta C_x = C_z^2 \frac{S}{8 S_0}(1+\delta),$$

avec

$$\delta = \frac{3}{16}\left(\frac{L}{D}\right)^4 + \frac{5}{64}\left(\frac{L}{D}\right)^8 + \ldots,$$

où L représente l'envergure de l'aile, D le diamètre de la soufflerie, S la surface de la maquette, S_0 la section de la soufflerie.

Pour une veine rectangulaire, une méthode analogue, mais en admettant

---

(¹) J. Wolff, *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 42, 200, 918; G. Valiron, *Bull. des Sc. math.*, 55, 1931, p. 105.

(²) Séance du 10 octobre 1932.

une distribution uniforme de la circulation, donne les corrections sous la forme

$$\Delta i = \varepsilon C_z \frac{S}{S_0} \qquad \text{et} \qquad \Delta C_x = \varepsilon C_z^2 \frac{S}{S_0},$$

où, avec les mêmes notations, ε est une fonction des dimensions de l'aile et de celles du tunnel calculée par divers auteurs. Nous avons adopté les valeurs données par M. Carafoli (*Contribution à la théorie de la sustentation en Aérodynamique*, Thèse de doctorat ès sciences, Paris, 1928).

Le tableau ci-après donne, à titre d'exemple, les résultats expérimentaux et les corrections de limitation de veine pour un même modèle d'aile (Profil 430, Göttingen) de 620mm d'envergure et de 200mm de corde, essayé successivement en tunnel circulaire de 2m de diamètre et en tunnel rectangulaire.

Tunnel circulaire de 2m de diamètre.

α lu (a).	Δα parois.	α vrai.	100 C_z.	100 C_x (b).	100 ΔC_x parois.	100 C_x vrai.
°	°	°				
—7,25	0,00	—7,25	0,02	1,31	0,00	1,31
—4,25	0,05	—4,20	18,65	1,61	0,02	1,63
—1,25	0,10	—1,15	37	2,47	0,05	2,52
1,75	0,16	1,91	56,4	4,24	0,15	4,39
4,75	0,24	4,99	73,5	6,70	0,21	6,91
7,75	0,26	8,01	93	9,78	0,42	10,20
10,75	0,30	11,05	109,3	13,32	0,59	13,91
13,75	0,34	14,09	122	17,39	0,73	18,12

Tunnel rectangulaire de 2m × 0m,750.

α lu (a).	Δα parois.	α vrai.	100 C_z.	100 C_x (b).	100 ΔC_x parois.	100 C_x vrai.
°	°	°				
—7,55	—0,01	—7,56	—0,7	1,32	0,00	1,32
—4,55	0,39	—4,15	20,5	1,47	0,13	1,60
—1,55	0,79	—0,75	42	2,37	0,58	2,95
1,45	1,21	2,66	64	4,00	1,34	5,34
4,45	1,64	6,09	86,3	6,26	2,45	8,71
7,45	1,99	9,44	105,3	9,29	3,66	12,95
10,45	2,32	12,77	124	12,93	4,65	17,58
13,45	2,51	15,96	132,7	17,24	5,76	23,0

Nota. — (a) Y compris ascendance. (b) Corrigé des fils et de l'ascendance.

On remarque que les corrections relatives à l'expérimentation en tunnel rectangulaire sont sept fois plus importantes que celles relatives à l'expéri-

mentation en tunnel circulaire; les résultats corrigés fournissent cependant une polaire unique.

Les courbes unitaires $C_x = f(\alpha)$ se rapprochent après corrections, mais elles ne coïncident pas; cette divergence peut être imputée aux hypothèses différentes faites pour la distribution de la circulation dans le calcul des corrections.

On sait en effet, d'après la théorie des ailes rectangulaires, qu'une erreur sur la distribution influe davantage sur l'angle induit que sur la résistance induite.

Le fait de trouver une polaire corrigée unique à partir de résultats expérimentaux très différents constitue une excellente vérification des corrections de parois habituellement appliquées dans les laboratoires aérodynamiques.

AÉRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Étalonnage d'une soufflerie pour faibles vitesses.* Note de M. **Ch. Sadron**, présentée par M. Henri Villat.

J'ai construit une petite soufflerie destinée à l'étude des phénomènes aérodynamiques aux vitesses de l'ordre du décimètre par seconde (nombres de Reynolds inférieurs à 100).

L'air, aspiré dans une caisse où l'atmosphère est parfaitement calme, s'écoule dans un tunnel dont la section droite est carrée (5^{cm} d'arête) et dont la longueur est de 15^{cm}. Les parois sont constituées par de bonnes glaces. A l'aval du tunnel l'air passe dans une boîte de garde de 50^{cm} d'arête, puis dans un Venturi dont l'étranglement a une surface de $0^{cm^2},664$. Un manomètre à alcool permet de déterminer la différence entre les pressions statiques de l'air au repos et de l'air en mouvement au niveau de l'étranglement du Venturi.

Étude des vitesses dans la veine. — Un régime d'écoulement étant déterminé par une dénivellation donnée h au manomètre on détermine la valeur et la distribution des vitesses dans le tunnel. A cet effet on colore un filet d'air en le chargeant des fumées blanches produites par la décomposition de $TiCl^4$ liquide affleurant à l'extrémité d'une fine aiguille de verre. Au voisinage de l'origine du filet on produit, au moyen d'un petit éclateur, des étincelles séparées par des intervalles de temps T réguliers que le dispositif

employé permet de mesurer facilement. Il en résulte sur le filet des perturbations périodiques que l'on photographie. La connaissance de l'espace I entre deux perturbations successives et de la période T fournit la valeur $u = I/T$ de la vitesse dans l'intervalle considéré. L'erreur commise dans la détermination de u provient principalement de l'incertitude des pointés qui donnent I. L'expérience montre qu'on peut espérer connaître u à $\pm 2,5$ pour 100 près.

I. Distribution des vitesses. — *a. Le long d'un même filet.* — On s'arrange pour avoir en moyenne six perturbations dans le champ. On a ainsi cinq mesures de vitesse le long du filet. Les cinq valeurs ne diffèrent entre elles que de quantités comparables aux erreurs d'expérience. Il n'existe donc pratiquement pas d'accélération le long d'un même filet.

b. Dans une même section droite. — Des mesures faites sur des filets se rapprochant de plus en plus des parois montrent que la vitesse reste constante pour s'annuler brusquement à la paroi. La couche de passage a une épaisseur de l'ordre de 1^{mm}.

On peut donc admettre que l'on dispose d'un champ uniforme de vitesses dans un parallélépipède rectangle de dimensions voisines de celles du tunnel.

II. Étalonnage. — Il consiste en la détermination de la fonction $h = f(u)$. Expérimentalement l'expression

(1) $h = 0,875 . 10^{-3} u^2$ (h en centimètres cubes d'alcool, u en cm/sec)

représente convenablement les résultats de mesure dans tout l'intervalle des vitesses réalisées (de 13 à 40 cm/sec). Théoriquement un calcul élémentaire dans lequel on assimile l'air à un fluide parfait fournit les expressions

(2) $$h = 0,98 . 10^{-3} u^2$$

et

(3) $$h = 0,83 . 10^{-3} u^2.$$

L'expression (2) est obtenue en négligeant le ralentissement de l'air au voisinage des parois, (3) en négligeant la masse d'air qui s'écoule dans des couches de 1^{mm} d'épaisseur parallèles aux parois. La valeur expérimentale de u est comprise étroitement entre les valeurs déduites de (2) et de (3). Elle diffère de cette dernière d'environ 2 pour 100.

III. Cas des très faibles vitesses. — Pour des vitesses du courant d'air inférieures à 15 cm/sec il se présente un phénomène curieux : le filet de

fumée subit une décomposition : les parties lourdes tombent à la manière de gouttes, les parties légères s'élèvent. L'intervalle entre les « gouttes » successives est le même tout le long d'un même filet. Il est indépendant des dimensions du tube d'alimentation en $TiCl^4$. Il est proportionnel à la vitesse d'entraînement de l'air (qui varie entre 5 et 12 cm/sec dans les expériences). C'est donc que la période de formation des gouttes est constante : sa valeur, déduite de la distance entre deux gouttes successives, est voisine de 0,09 seconde. La stroboscopie confirme la constance de la période et fournit une valeur comprise entre 0,08 et 0,10 seconde, qui confirme la mesure précédente.

On pourra donc se servir du phénomène de décomposition pour déterminer la vitesse d'un courant d'air très lent.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur l'étude du mouvement brownien dans un champ de forces.* Note [1] de M. **Jacques Métadier**, présentée par M. J. Perrin.

Dans une précédente Note [2] nous avons résolu l'équation générale du mouvement brownien dans un champ de forces extérieures quelconques.

Nous avions mis l'équation du mouvement brownien sous la forme

$$(1)\qquad \frac{\partial p}{\partial t} = \mathcal{H}.p, \qquad \text{avec} \qquad (2)\qquad \mathcal{H}. = a\,\Delta - \operatorname{div}\overset{\rightarrow}{\bar{v}},$$

a est la constante de diffusion, $\overset{\rightarrow}{\bar{v}}$ la vitesse moyenne de l'ensemble des particules due au champ des forces extérieures.

En explicitant, $\mathcal{H}.$ peut s'écrire

$$(2')\qquad \mathcal{H}. = a\,\Delta - \underset{xyz}{\mathrm{S}}\frac{\partial}{\partial x}\bar{v}_x. = a\,\Delta - \underset{xyz}{\mathrm{S}}\left(\frac{\partial \bar{v}_x}{\partial x} + \bar{v}_x\frac{\partial}{\partial x}\right).$$

La solution est alors donnée par

$$(3)\qquad p(\mathrm{M}, t) = \mathcal{U}(t)\,p(\mathrm{M}, 0),$$

$\mathcal{U}(t)$ étant l'opérateur de J. L. Destouches.

Cette solution n'est malheureusement guère utilisable par le physicien

(1) Séance du 10 octobre 1932.

(2) *Comptes rendus*, 193, 1931, p. 1173.

car l'opérateur $\mathfrak{U}.$ a une expression trés compliquée et d'un calcul souvent inextricable. Mais, il est un cas où il prend la forme simple :

$$(4) \qquad \mathfrak{U}(t) = e^{\int_0^t \mathcal{H}.dt}.$$

C'est celui où $\mathcal{H}.$ commute avec $\int_0^t \mathcal{H}.dt.$

Nous nous proposons de chercher les conditions de cette commutation. Posons

$$\mathcal{D} = \mathcal{H}.\int_0^t \mathcal{H}.dt - \int_0^t \mathcal{H}\,dt.\mathcal{H}. \qquad \text{et} \qquad \mathrm{V}. = -\operatorname{div}\vec{v}.$$

Le calcul donne pour $\mathcal{D}.$ l'expression

$$\mathcal{D}. = a\left[\Delta.\int_0^t \mathrm{V}.dt - \int_0^t \mathrm{V}.dt.\Delta. + (\mathrm{V}.\Delta. - \Delta.\mathrm{V}.)t\right] + \mathrm{V}.\int_0^t \mathrm{V}.dt - \int_0^t \mathrm{V}.dt.\mathrm{V}.$$

1° On voit que, si V. est indépendant du temps, $\mathcal{D} = 0$, car $\int_0^t v.dt$ se réduit à $v.t$. Ceci n'a lieu que si $\vec{v}$ est indépendant de t. Or

$$(6) \qquad \vec{v} = \frac{d\overline{\mathrm{M}}}{dt} \qquad \text{et} \qquad m\frac{d^2\overline{\mathrm{M}}}{dt^2} = \vec{\mathrm{F}} - \beta\vec{v}.$$

Donc $\mathcal{D} = 0$ si le champ de forces est indépendant du temps. La solution (4) devient alors $\mathfrak{U}. = e^{\mathcal{H}.t}$. On retrouve un résultat déjà donné.

2° $\mathcal{D} = 0$ si les trois opérateurs V., $\int \mathrm{V}\,dt$ et $\Delta.$ commutent entre eux

$$\mathrm{V} = -\underset{xyz}{\mathrm{S}}\left(\frac{\partial\overline{v}_x}{\partial x} + \overline{v}_x\frac{\partial}{\partial x}\right) \qquad \text{et} \qquad \int \mathrm{V}\,dt = -\underset{xyz}{\mathrm{S}}\left(\int\frac{\partial\overline{v}_x}{\partial x}dt + \int\overline{v}_x\,dt\,\frac{\partial}{\partial x}\right).$$

Les commutations ci-dessus ont lieu si $\overline{v}_x$, $\overline{v}_y$, $\overline{v}_z$ sont indépendantes de x, y, z (et ne dépendent que de t).

Dans ce cas, $d^2\overline{\mathrm{M}}/dt^2$ est uniquement fonction de t et en vertu de (6) cela n'aura lieu que si $\vec{\mathrm{F}} = \varphi(t)$. La force due au champ extérieur est la même en tous points et ne dépend que du temps.

3° On a encore $\mathcal{D} = 0$, si v peut être décomposé en une somme de deux termes v_1 et v_2 tels que v_1 ne dépende que des variables d'espace et v_2 que du temps

$$v = v_1(x, y, z) + v_2(t).$$

Cette décomposition ne sera possible que si l'on peut décomposer $\overline{v}_x$ en

deux termes

$$v_{x_1}(x, y, z) \qquad \text{et} \qquad v_{x_2}(t),$$

et de même pour $\overrightarrow{v_y}$ et $\overrightarrow{v_z}$, c'est-à-dire $\overrightarrow{v} = \overrightarrow{v_1}(x, y, z) + \overrightarrow{v_2}(t)$.

On a alors

$$v_1 = -\underset{xyz}{\mathrm{S}}\left(\frac{\partial v_{x_1}}{\partial x} + \overline{v}_{x_1}\frac{\partial}{\partial x}\right), \qquad v_2 = -\underset{xyz}{\mathrm{S}}\,\overline{v}_{x_2}\frac{\partial}{\partial x}.$$

puisqu'on a décomposé $\overrightarrow{v}$ en ces deux termes, on a $\dfrac{d^2 \mathrm{M}}{dt^2} = \dfrac{d\overline{v_2}}{dt}$.

Le premier membre de l'équation (6) ne dépend donc que du temps; il doit en être de même du second membre :

$$\overrightarrow{\mathrm{F}} - \beta\left(\overrightarrow{v_1} + \overrightarrow{v_2}\right).$$

Il en résulte qu'il faut que $\overrightarrow{\mathrm{F}}$ soit décomposé aussi en deux termes :

$$\overrightarrow{\mathrm{F}} = \overrightarrow{\mathrm{F}_1}(x, y, z) + \overrightarrow{\mathrm{F}_2}(t).$$

On devra avoir

$$\overrightarrow{\mathrm{F}_1} = \beta\,\overrightarrow{v_1} \qquad \text{et} \qquad \frac{d\overline{v_2}}{dt} = \overrightarrow{\mathrm{F}_2} - \beta\,\overrightarrow{v_2}.$$

Le champ de forces est alors la superposition d'un champ indépendant du temps $\overrightarrow{\mathrm{F}_1}(x, y, z)$ et d'un champ uniforme $\overrightarrow{\mathrm{F}_2}(t)$.

4° Beaucoup d'autres champs permettent encore d'utiliser la solution (4), ce sont ceux pour lesquels $\overrightarrow{v}$ est telle qu'elle annule l'expression intégro-différentielle $\mathcal{D}$, mais ils sont loin d'être simples.

Conclusion. — Dans notre précédente Note, nous avions comparé l'équation du mouvement brownien à l'équation fondamentale de la mécanique ondulatoire. Alors que pour cette dernière équation on voit tout de suite les cas où $\mathrm{D} = 0$, il n'en est pas de même pour l'équation du mouvement brownien. Il était donc utile de dégager les trois cas simples cités plus haut, et notamment le cas où le champ de forces est du type

$$\mathrm{F} = \mathrm{F}_1(x, y, z) + \mathrm{F}_2(t).$$

SPECTROSCOPIE. — *Sur l'effet Raman dans les solutions de sels cuivriques.* Note de M. **A. da Silveira**, présentée par M. J. Perrin.

Comme suite à une Note [1] publiée précédemment, nous exposons ici le résultat de l'étude des solutions saturées de nitrate et sulfate cuivriques dans l'eau; le chlorure, trop opaque, est inutilisable.

Le sulfate seul avait déjà été étudié; mais, dans des recherches systématiques, il est évidemment nécessaire de comparer au moins deux sels d'un même ion.

La méthode expérimentale est toujours la même [2]. Pourtant, dans le nitrate de cuivre, la bande $\Delta\nu = 3420$ cm^{-1} de l'eau se trouve si fortement déportée vers le rouge qu'il n'est pas nécessaire de filtrer le rayonnement incident par le sulfate de quinine pour apercevoir nettement la raie $\Delta\nu = 1654$ cm^{-1} de l'eau que nous avons signalée antérieurement. Sans filtre, les temps de pose nécessaires furent très grands : 71 heures pour le nitrate et 96 heures pour le sulfate.

On trouvera ci-dessous les résultats obtenus exprimés, comme d'habitude, en nombre d'ondes par centimètre.

La première ligne du tableau contient la moyenne des résultats de Hollaender-Williams [3] et Mukhergee-Sen Gupta [4] pour le sulfate cuivrique.

$CuSO^4$.....	-	-	-	607	729	977	-	-	-	1472	1671
$CuSO^4$.....	279(?)	-	450	618	?	983	-	1058 1110 1143	-	1476	1654
$Cu(NO^3)^2$...	279	442	-	-	717 754	-	1048	-	1325 1421	1476	1654

1° Dans le sulfate, les fréquences $\Delta\nu = 450$, 618, 983 cm^{-1} et le triplet de composante centrale $\Delta\nu = 1110$ cm^{-1} appartiennent à l'ion SO^4. La première de ces fréquences et les trois qui composent le triplet sont donc nouvelles dans le sulfate de cuivre. Ce triplet représente un nouveau cas de destruction de dégénérescence. En effet, l'ion SO^4, présentant en première

(1) A. da Silveira, *Comptes rendus*, **195**, 1932, p. 521.
(2) A. da Silveira, *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 1336.
(3) Hollaender-Williams, *Phys. Rev.*, **34**, 1929, p. 994.
(4) Mukhergee-Sen Gupta, *Ind. Journ. of Phys.*, **3**, 1929, p. 503.

approximation la symétrie d'un tétraèdre régulier centré, possède quatre modes de vibration dont deux sont triplement dégénérés.

Dans les solutions saturées de $(NH^4)^2SO^4$, nousa vons déjà mis en évidence (*loc. cit.*) le détriplement de la raie qui correspondrait ici à $\Delta\nu = 618\,cm^{-1}$. Celle qui apparaît ici sous forme de triplet n'avait pu être étudiée dans le sulfate d'ammonium, car elle y coïncidait avec une bande de l'ion NH^4.

Nous pensons qu'il faut identifier la fréquence $\Delta\nu = 1671\,cm^{-1}$ de Hollaender et Williams avec notre fréquence $\Delta\nu = 1654\,cm^{-1}$, qu'il faut évidemment attribuer à l'eau d'après nos résultats antérieurs.

2° Dans le nitrate, on trouve les trois fréquences de l'ion NO^3, mais, comme dans le nitrate de calcium, les deux raies dégénérées sont dédoublées. L'écart des deux composantes [1], surtout dans le doublet $\Delta\nu = $ *717*-754 cm⁻¹, est beaucoup plus grand dans le cas actuel que pour le sel de calcium, où nous avions trouvé $\Delta\nu = $ 717-*742* cm⁻¹. De plus, les rapports d'intensité sont renversés (les plus intenses sont en italique). Le second doublet présente, pour le $Cu(NO^3)^2$, les fréquences $\Delta\nu = 1325\text{-}1421\,cm^{-1}$ et, pour le $Ca(NO^3)^2$, $\Delta\nu = 1346\text{-}1439\,cm^{-1}$.

OPTIQUE PHYSIQUE. — *A propos de l'effet Mach.* Note de M. F. **Wolfers**, présentée par M. A. Cotton.

Je crois utile de présenter quelques remarques à propos d'une récente Note de M. Demetrovič : *Sur l'effet et la loi de Mach* [2].

1. Lorsqu'on observe la pénombre projetée sur un écran par un corps opaque éclairé par une source large, on voit que cette pénombre est bordée du côté de la pleine lumière par au moins une frange brillante et du côté de l'ombre par une frange plus sombre que l'ombre elle-même. Il y a là une sorte de symétrie qui peut faire croire d'abord à des effets de contraste physiologiques tels que celui de Mach. Il est pourtant certain que, si un effet Mach peut faciliter peut-être l'observation de ces phénomènes et leur mesure, il ne saurait contribuer à leur explication ni intervenir dans la théorie.

Pour ce qui est de la frange claire, j'ai définitivement établi [3] qu'elle

---

(1) A. da Silveira et E. Bauer, *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 416.

(2) *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 269.

(3) *J. Phys.*, 6, 1925, p. 305.

n'était qu'un effet de diffraction conforme à l'Optique classique. M. Demetrovic écrit que, bien que la frange apparaisse très lumineuse, « le microphotomètre l'enregistre comme très faible... et les défauts de proportionnalité de l'enregistrement ne suffisent pas, semble-t-il, à expliquer la différence ». Je ne sais pas sur quelles expériences est basée cette affirmation : mais j'ai eu l'occasion au contraire d'enregistrer ces franges sans rencontrer aucune difficulté, et les résultats étaient, en gros, conformes à ce qu'il fallait attendre.

Quant à la frange sombre, qui d'ailleurs n'est pas nécessairement *très étroite*, elle fait partie de ce que j'ai appelé les franges supplémentaires. Ici les contrastes sont très faibles en effet : pourtant on peut photographier le phénomène, l'étudier à volonté sur des positifs ou sur des négatifs, le reproduire en héliogravure : il n'y a donc là non plus rien de physiologique quant à l'essentiel. Mais une sorte d'effet Mach intervient peut-être pour faciliter les mesures en exagérant les contrastes.

2. *Observations analogues au sujet des rayons* X. — J'ai décrit il y a longtemps, dans des Notes parues en 1923 et 1926, les franges qu'on observe sur le pourtour des ombres radiographiques. J'ai montré que la *réflexion* des rayons X par le bord des corps semblait pouvoir expliquer les phénomènes et qu'elle « en détermine en tout cas les grandes lignes » (1). M. Demetrovic a confirmé récemment ce point de vue, en donnant une justification géométrique (2). Pourtant la question de savoir s'il s'agit *uniquement* d'une réflexion dans le sens classique est loin d'être élucidée : il n'a été fourni aucune réponse jusqu'ici aux difficultés qui s'élèvent à ce propos (3), et qui d'ailleurs portent surtout sur des questions d'intensité. J'avais donné à l'ensemble de ces phénomènes le nom de *pseudoréflexion* des rayons X : et je propose de leur conserver ce nom, du moins tant que les points en suspens ne seront pas définitivement éclaircis.

D'autre part, ces franges, qui constituent une sorte de pénombre inversée, peuvent elles aussi s'étudier quantitativement, quant à leur position, sur des clichés tant positifs que négatifs. Si l'on opère avec un tube dont la tache focale ait une structure un peu complexe, elles ont une structure qui correspond exactement à celle de la source (4). Donc l'effet phy-

---

(1) *Ann. Phys.*, 7, 1927, p. 258; *Thèse*, Paris, 1927, p. 26.
(2) *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 699.
(3) *Ann. Phys.*, 7, 1927, p. 258-259.
(4) *Ann. Phys.*, 7, 1927, p. 249.

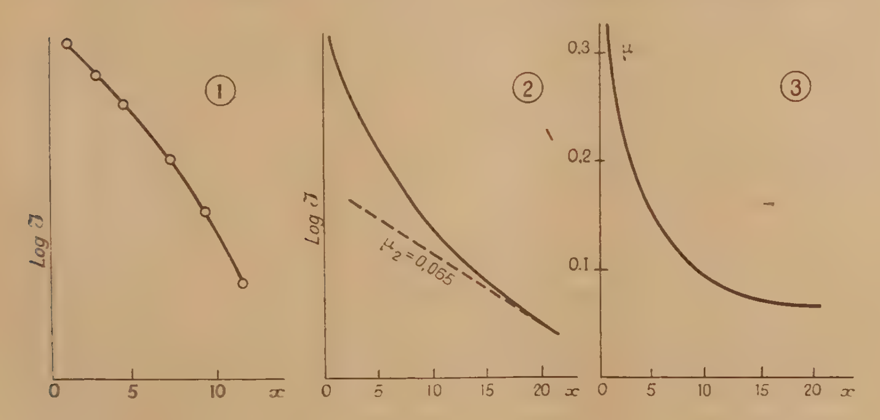
siologique éventuel ne peut intervenir, ici encore, qu'en facilitant les mesures sur les clichés.

Enfin, il faut conclure que, dans ces divers domaines, des mesures précises d'intensités sont tout à fait nécessaires.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Sur l'affaiblissement de la radiation nucléaire du glucinium dans les écrans matériels.* Note de MM. **J. Thibaud** et **F. Dupré la Tour**, présentée par M. M. de Broglie.

Nous sommes en mesure de compléter nos précédentes indications (¹) sur l'extinction subie par un faisceau de neutrons en traversant la matière. Nous comptons toujours le nombre et le pouvoir ionisant des noyaux atomiques projetés par effet Curie-Joliot sous l'action des neutrons d'une source glucinium + émanation. La chambre d'ionisation, remplie d'air et garnie de paraffine, est de dimensions réduites (diamètre 2^{cm}) et donne un minimum de décharges spontanées.

1. *Rôle de la diffusion.* — L'influence du dispositif expérimental sur



l'allure des courbes d'extinction des neutrons reçus dans la chambre est considérable : en utilisant des écrans absorbants (plomb) de section droite importante, c'est-à-dire en irradiant la matière sous une grande ouverture, les courbes logarithmiques deviennent concaves vers Ox (*fig.* 1) tandis qu'elles se trouvent normalement convexes vers Ox (*fig.* 2), comme nous

(¹) *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 1647.

l'avons précédemment indiqué, pour les faisceaux d'ouverture faible. Ceci résulte, à notre avis, d'un important effet de diffusion déjà signalé ([1]), la radiation diffusée dans les parties latérales de l'écran faussant les mesures d'absorption, comme cela se passe, en moins considérable, dans le cas du rayonnement gamma ([2]). Nous pensons que les neutrons les moins pénétrants sont les plus fortement diffusés, les changements d'allure des courbes d'extinction en fonction de l'ouverture étant surtout appréciables dans les premiers centimètres de matière interposée.

2. *Coefficient moyen du plomb.* — Les indications des courbes logarithmiques, en ce qui concerne le coefficient d'extinction μ, n'ont donc de signification que pour les faisceaux de petite ouverture : nous avons opéré avec des cylindres absorbants étroits ($2^{cm},5$ à 3^{cm}) et une distance importante entre source et compteur (25 à 35^{cm}).

L'extinction subie par le faisceau pénètrant dans le compteur, entre 1 et 20^{cm} de plomb interposé, est différente selon que nous considérons des atomes projetés, à faible ou à grand pouvoir ionisant : 1° Pour les atomes de recul donnant de 8000 à 10000 paires d'ions dans la chambre de 2^{cm} de longueur (ce sont, en majeure partie, les protons de choc issus de la paraffine) la courbe logarithmique présente une forme hyperbolique (*fig.* 2), permettant de tracer $\bar{\mu} = f(x)$ (*fig.* 3) ($\bar{\mu}$ = coefficient moyen, radiations hétérogènes). La détermination est assez bonne entre $x = 1$ et $x = 9^{cm}$ de plomb, elle est moins sûre ensuite :

x (cm Pb).........	1.	3.	5.	7.	9.	13.	19.
$\bar{\mu}$..................	0,3	0,2	0,15	0,12	0,10	0,075	0,065 ?

L'expression analytique se rapproche de $\mu x^{\frac{1}{2}} = 0,3$. On peut chercher une interprétation de ces faits de deux manières :

a. Admettre l'existence d'un spectre continu de vitesses pour les neutrons excités par l'émanation. Un effet de filtration important interviendrait dans l'épaisseur de l'écran, où la diffusion jouerait un rôle prépondérant : pour chaque épaisseur x une certaine composante, de coefficient μ_x, se trouverait avantagée, d'où la forme de la fonction $\bar{\mu}(x)$.

b. Admettre seulement, dans la radiation primaire, deux composantes principales de coefficients respectifs μ_1 et μ_2. L'application du calcul à la courbe logarithmique, en adoptant la valeur limite $\mu_2 = 0,065$ pour la com-

([1]) M. de Broglie et L. Leprince-Ringuet, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1616.

([2]) Voir par exemple F. Kohlrausch, *Probleme der γ-Strahlung* (Vieweg), p. 102.

posante pénétrante, conduit à attribuer $\mu_1 = 0,40$ à la composante molle.

Il est difficile, actuellement, de décider entre ces deux alternatives.

2° Au contraire, en ce qui concerne les particules, moins nombreuses, à grand pouvoir ionisant (plus de 22000 paires d'ions dans la chambre; ce sont les noyaux d'azote projetés et les particules de transmutation observées par Feather), leur nombre demeure *constant* au moins jusqu'à des épaisseurs de 7 à 8^{cm} de plomb ([1]). Il semble qu'au delà, sans que nous puissions être affirmatif (difficulté des mesures), le nombre en décroisse rapidement. L'interprétation doit en être réservée jusqu'à de nouvelles expériences.

3. *Autres éléments.* — Les résultats concernent les atomes de recul de 10000 paires d'ions; les écrans interposés sont des cylindres de $2^{cm},5$ de diamètre. Pour le *mercure* la courbe logarithmique est analogue à celle obtenue pour le plomb. Pour les éléments moyens ou légers, et *sans* filtration préalable dans le plomb, les courbes se rapprochent de droites, de sorte que la comparaison avec les résultats d'éléments lourds devient difficile. Toutefois le rapprochement des coefficients atomiques $\mu_{at.}$ obtenus pour des écrans renfermant le même nombre d'atomes, n'indique qu'une variation faible avec le nombre atomique (observations sur l'étain, le fer, le soufre et l'aluminium).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence des teneurs élevées en silicium sur certaines propriétés des fontes.* Note ([2]) de M. **Auguste Le Thomas**, présentée par M. Léon Guillet.

Les expériences que nous allons décrire ont eu pour but de préciser l'influence de taux croissants de silicium, de 1 à 10 pour 100 environ, sur certaines propriétés des fontes, notamment en vue de l'emploi pour la fabrication de pièces destinées à subir l'action des températures élevées.

Les échantillons destinés aux essais étaient des plaquettes carrées ayant les dimensions suivantes : $100 \times 100 \times 8^{mm}$; elles avaient été moulées en sable vert et l'on y avait découpé les fragments nécessaires à l'étude dilatométrique, la micrographie, la mesure de la dureté Brinell, l'analyse chimique.

([1]) Cette constance se maintiendrait jusqu'à 10^{cm} dans le mercure.

([2]) Séance du 10 octobre 1932.

La fusion était opérée dans un four à creuset, chauffé à l'huile; l'élévation progressive de la teneur en silicium du bain dans lequel on prélevait les quantités de fonte nécessaires pour la coulée des plaquettes était obtenue par des additions successives de silicium pratiquement pur (99 pour 100 Si).

Le tableau précise les teneurs en silicium des divers échantillons. La teneur en carbone, qui avait été fixée à 3,0 pour 100 environ pour les échantillons contenant relativement peu de silicium, s'abaisse progressivement lorsque le taux du silicium s'élève; cette diminution de la solubilité du carbone du fait de l'augmentation du silicium est déjà connue. Les teneurs des autres éléments sont les suivantes : Mn = 0,4 pour 100, S = 0,01 pour 100, P = 0,1 pour 100 environ.

La teneur en carbone combiné diminue régulièrement lorsque le taux du silicium s'élève; au-dessus de 7,5 pour 100 de silicium environ, la structure est constituée presque exclusivement de ferrite et de graphite. La dureté Brinell diminue d'abord lorsque le silicium augmente, du fait de la disparition progressive de la perlite; elle augmente ensuite du fait de la dissolution de quantités croissantes de silicium dans la ferrite (tableau).

Des mesures dilatométriques ont été effectuées en utilisant le dilatomètre différentiel de Chévenard; le chauffage et le refroidissement étaient gouvernés par un régulateur suivant une loi invariable d'une épreuve à l'autre, la température de graphitisation prenant des valeurs différentes selon la vitesse de chauffe : on montait de 20° à 1030° en 3 heures et quart et l'on descendait de 1030° à 20° en 3 heures.

La température de la transformation Ac se relève d'une façon à peu près proportionnelle à l'augmentation du taux du silicium (environ 45° C. pour 1 pour 100 de silicium); Ar s'élève également mais selon une loi un peu différente, l'écart entre Ac et Ar s'atténuant au fur et à mesure que la teneur en silicium augmente (tableau).

Pour les teneurs relativement basses en silicium, de l'ordre de 1 à 3 pour 100, l'augmentation du taux de cet élément détermine une diminution très sensible de la température de graphitisation (environ 900° pour Si = 1 pour 100 et 730° pour Si = 3 pour 100); la graphitisation est relativement lente. Entre 3 et 5 pour 100 de silicium, la température de graphitisation passe par un minimum de l'ordre de 700°; l'allure du phénomène reste relativemeut lente. Au-dessus de 5 pour 100 et jusqu'à 7 pour 100 de silicium, on trouve des valeurs peu régulières de la température de graphitisation, avec dans l'ensemble un léger relèvement; le phénomène devient à la fois plus franc et moins ample. Au-dessus de 7 pour 100

de silicium, le diagramme dilatométrique ne révèle aucune graphitisation (tableau).

TABLEAU.

Nos.	Teneurs en silicium pour 100.	Teneurs en carbone total pour 100.	Teneurs en carbone combiné pour 100.	Duretés Brinell (*).	Températures des transformations Ac.	Températures des transformations Ar.	Températures de graphitisation.
1......	1,13	2,99	0,72	213	775	690	900
2......	1,68	2,86	0,68	221	785	705	770
3......	1,88	2,82	0,66	n. d.	800	710	760
4......	2,01	2,82	0,66	217	805	710	735
5......	2,26	2,79	0,58	220	820	720	725
6......	2,39	3,07	0,58	217	825	725	730
7......	2,47	2,77	0,62	215	830	725	700
8......	2,68	2,80	0,61	211	835	735	760
9......	2,82	2,72	0,59	210	835	710	720
10......	3,05	2,74	0,58	n. d.	860	750	735
11......	3,52	3,05	0,58	187	875	770	690
12......	4,89	2,85	0,29	146	940	850	700
13......	5,18	2,78	0,32	171	950	880	720
14......	5,68	2,87	0,34	171	975	925	760
15......	6,16	2,71	0,33	159	1000	960	770
16......	7,05	2,58	0,21	163	1030	1000	760
17......	7,47	2,43	0,17	n. d.	rien au-dessous de 1030°		
18......	8,46	2,26	0,13	154		»	
19......	8,93	2,28	0,08	201		»	
20......	10,43	1,89	0,05	207		»	

(*) Charge 1000kg. Bille de 10mm.

A. Portevin et P. Chévenard ont antérieurement étudié l'influence du silicium sur la température de graphitisation de fontes contenant jusqu'à 6 pour 100 de silicium, exemptes de manganèse et coulées sous forme de baguettes minces en coquille [1]; les températures déduites de nos déterminations sont plus élevées (d'environ 70° à 130°). Cela tient à l'influence très importante de la structure initiale de l'échantillon soumis à l'essai [2] : plus cette structure est éloignée de celle qui correspondrait à l'équilibre stable, plus la température de graphitisation est basse.

Nos expériences ont confirmé l'observation déjà faite par Pearce [3] que

(1) *Bulletin de l'Association technique de fonderie*, **1**, mai 1928, p. 129.

(2) A. Le Thomas, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 639.

(3) *Foundry Trade Journal*, **45**, 9 juillet 1931, p. 21.

la corrosion superficielle du fait du séjour dans l'air à haute température devenait d'autant plus faible que la teneur en silicium était élevée. Elles justifient aussi l'intérêt qu'on porte aux fontes à haute teneur en silicium (7 à 10 pour 100 environ) pour la fabrication des pièces destinées à subir l'action du feu.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur l'oxydation des solutions d'iodoforme.* Note de MM. **René Dubrisay** et **Guy Emschwiller**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Il est connu que les solutions d'iodoforme subissent sous l'action de la lumière du jour une oxydation rapide, avec production d'iode, d'oxyde de carbone et d'un peu d'anhydride carbonique; elles demeurent par contre inaltérées dans l'obscurité à la température ordinaire. Mais, si ces solutions ont déjà subi une oxydation photochimique partielle, elles sont susceptibles de continuer à se décomposer lorsqu'on les porte dans l'obscurité, tout au moins dans certains solvants. Ces faits n'avaient pas reçu d'explication, et l'on ne possédait, pour oxyder à l'air les solutions d'iodoforme dans l'obscurité, d'autre moyen que de les soumettre à un éclairement préalable. Nous avons réussi à déterminer les produits de l'oxydation photochimique qui provoquent l'altération consécutive dans l'obscurité, et à réaliser par suite l'oxydation de solutions n'ayant jamais été exposées à la lumière.

Nous avons en effet reconnu que :

1° L'oxydation photochimique des solutions d'iodoforme produit, à côté de quantités importantes d'iode, de petites quantités d'acide iodhydrique; ainsi, après 50 minutes au jour, par temps couvert, 1^g d'iodoforme, dissous dans 200$^{cm^3}$ de benzine pure pour cryoscopie, a abandonné 38 pour 100 de son iode sous forme d'iode libre et 0,7 pour 100 sous forme d'acide iodhydrique;

2° Tandis que ni l'iode seul, ni l'acide iodhydrique seul, n'exercent une action quelconque, il suffit d'ajouter à une solution benzénique d'iodoforme, préparée et conservée dans l'obscurité, à la fois de petites quantités d'iode et d'acide iodhydrique pour qu'apparaisse une décomposition d'allure très comparable à celle des oxydations après éclairement (1).

(1) Pour des additions trop faibles d'acide ou d'iode, on n'observe après un mois aucune oxydation; de même les solutions benzéniques qui ont subi une oxydation photochimique trop faible ne peuvent continuer à s'oxyder dans l'obscurité.

Voici, par exemple, les taux de décomposition, dus à l'oxydation dans l'obscurité : *a*, d'une solution benzénique d'iodoforme à 5g par litre, dont 24 pour 100 avaient déjà été oxydés sous l'action de la lumière; *b*, d'une solution de même concentration à laquelle on avait ajouté 140mg d'iode et 1cm³ de solution aqueuse iodhydrique 0,45 N :

		43.	97.	243.	1450.
Temps (heures)					
Taux de décomposition (pour 100)	*a*	15,4	20,5	25,5	37,5
	b	11,1	21,1	30,9	50,9

Il apparaît donc que c'est à la présence simultanée de l'iode et de l'acide iodhydrique formés au cours de l'oxydation photochimique qu'il convient d'attribuer l'oxydation ultérieure dans l'obscurité. On peut d'ailleurs à l'acide iodhydrique substituer d'autres acides minéraux (chlorhydrique, sulfurique, phosphorique); par contre l'acide acétique est inactif.

Nous avons étudié la marche de l'oxydation à l'air de solutions benzéniques d'iodoforme, conservées dans une chambre noire et additionnées d'acide chlorhydrique et d'iode. Le phénomène ne se déclenche pas immédiatement après l'introduction de ces réactifs; on observe des retards pouvant varier, suivant les conditions expérimentales, entre quelques minutes et plusieurs jours; nous croyons pouvoir les attribuer à la présence de traces d'impuretés dans le solvant. Après la fin de cette période d'induction, l'oxydation se poursuit avec une vitesse proportionnelle à la concentration en iodoforme, d'autant plus grande que la proportion d'acide est plus élevée et la proportion d'iode plus faible ([1]). Il convient de noter que les facteurs qui augmentent la vitesse d'oxydation diminuent en général la période d'induction.

Influence de la quantité d'acide. — Voici les variations avec le temps des taux de décomposition (pour 100) de solutions de 1g d'iodoforme dans 200cm³ de benzine, auxquelles on a ajouté 63mg d'iode et une goutte de solution aqueuse chlorhydrique de concentration variable :

Temps (heures).	Concentration de la goutte chlorhydrique.					
	0,29 N/10.	1,07 N/10.	0,34 N.	1,07 N.	6,8 N.	12 N.
22	0	0	7,5	10,6	18,7	–
46	0	2,1	14,5	16,1	36	47,9
76	0	13,1	17,3	20,5	44,4	59,2
118	0	17	19,3	25,4	54,2	68
220	0	20,3	22,2	32,4	64,1	78,3
412	0	23	24,8	39	74	85,1

([1]) Ce mode d'action de l'iode permet de comprendre le ralentissement des oxydations avec le temps et aussi le fait que des solutions qui ont subi une oxydation photochimique importante s'oxydent moins vite dans l'obscurité que des solutions éclairées moins longtemps.

Influence de la quantité d'iode. — Voici les variations avec le temps des taux de décomposition (pour 100) de solutions de 1^g d'iodoforme dans 200^{cm^3} de benzine, auxquelles on a ajouté une goutte de solution aqueuse chlorhydrique de densité 1,19 et des quantités variables d'iode :

Temps (heures).	Quantité d'iode (en milligrammes). 8.	16.	32.	64.	143.	322.	750.
17	0	0	0	6,4	21,2	0,5	0
46	0	0	41	46	45,5	29,4	3,4
90	0	53,6	57,2	61,5	58,3	48,6	23,4
430	0	80	82,2	85,2	81,8	77,1	61,5

On retrouve pour l'oxydation provoquée par addition d'iode et d'acide la même influence considérable de la nature du solvant déjà observée pour les décompositions après éclairement. Il y a oxydation dans le benzène, l'hexane, le tétrachlorure de carbone, l'acétone (¹); par contre aucune oxydation ne se manifeste dans l'éther, le sulfure de carbone, le toluène. La présence d'impuretés dans le solvant exerce une action manifeste ; aucune oxydation ne s'est en effet produite parfois dans la benzine, et divers échantillons de tétrachlorure de carbone se sont comportés de manières très différentes. Du reste l'introduction de très petites quantités de certains corps (phénol ou hydroquinone en particulier) ralentit ou supprime l'oxydation.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Action des milieux à réaction alcaline sur la cristallisation des aluminates de chaux et sur la prise des ciments alumineux.* Note de M. **Seailles**, présentée par M. H. Le Chatelier.

La prise et le durcissement des ciments alumineux en présence de chaux, même en faible quantité, donnent lieu à des phénomènes anormaux bien connus.

La *prise* devient extrêmement rapide, à tel point que le gâchage est parfois pratiquement impossible.

Le *durcissement* est généralement médiocre, les produits obtenus restent de qualité très inférieure et sont même souvent complètement inutilisables. C'est pour cette raison que l'on ne peut mélanger sans inconvénient les ciments Portland avec les ciments alumineux.

D'autre part, des ciments alumineux qui contiennent accidentellement

(¹) Le phénomène est alors troublé par la réaction secondaire de l'iode sur l'acétone.

des quantités de chaux libre et *soluble*, inférieure à un demi pour 100, deviennent, de ce seul fait, et en l'absence de tout phénomène de gonflement (puisqu'il s'agit de chaux soluble) tout à fait défectueux. Cette chaux libre peut provenir, suivant le procédé de fabrication utilisé, soit d'une insuffisance de cuisson (clinkerisation), soit d'irrégularité accidentelle du lit de fusion (waterjacket), soit enfin de formation accidentelle de carbure de calcium (four électrique).

Aucune explication satisfaisante de l'action de la chaux libre et soluble sur les propriétés des ciments alumineux n'a été jusqu'à présent donnée, car la constatation faite par Lafuma (Thèse, 1925) que cette chaux libre entraîne la formation de l'aluminate tétracalcique de Le Chatelier au cours de la prise ne permet pas de comprendre pourquoi et comment la formation de ce composé à partir de l'aluminate anhydre trouble tous les phénomènes ultérieurs même lorsque la chaux n'est qu'en faible quantité, quantité qui devrait être rapidement fixée et éliminée par la réaction initiale :

$$Al^2O^3CaO + 3CaO + nH^2O = Al^2O^2.4CaO.12H^2O + nH^2O,$$

surtout si l'on admet que l'aluminate anhydre s'hydrate *directement* sans passer en solution et en fixant par conséquent la chaux.

Pour éclaircir la question, j'ai d'abord étudié les conditions de la cristallisation des aluminates de chaux en solution et j'ai constaté que la cristallisation de ces aluminates est fonction non seulement de l'indice pH déterminé par la chaux en solution comme l'ont démontré Travers et Sehnoutka et Lansing Wells (*Annales de Chimie*, mars 1930; *Bureau of Standards, Journal of Research*, décembre 1928) mais plus généralement qu'elle est fonction de l'indice pH, quelle que soit la nature de la base qui le détermine. Autrement dit, l'alumine et la chaux en solution forment les aluminates correspondants

$$Al^2O^3.3CaO.nH^2O \quad \text{ou} \quad Al^2O^3.4CaO.12H^2O$$

suivant que le pH est inférieur ou supérieur à 12 et ceci quelle que soit la cause de l'augmentation du pH, *l'action de* CaO *n'étant pas spécifique*.

On aura à cet égard une démonstration très simple en reprenant l'expérience de Le Chatelier où l'on obtient un précipité soyeux et caractéristique d'aluminate tétracalcique lorsque l'on mélange une dissolution d'aluminate de chaux anhydre à un volume égal d'eau de chaux (Le Chatelier, *Thèse*, 1887, et *Recherches expérimentales sur la constitution des mortiers hydrauliques*, p. 58).

La substitution d'une solution de soude ou de potasse à la solution de chaux donne un résultat identique et une précipitation *immédiate*.

Dans ces conditions la réaction peut s'écrire, en négligeant la formation d'aluminate de soude,

$$4(Al^2O^3CaO) + NaOH + nH^2O = Al^2O^3.4CaO.12H^2O$$
$$+ 3(Al^2O^3.3H^2O) + NaOH + nH^2O.$$

Dans le cas de la chaux, la même réaction s'écrit :

$$4(Al^2O^3CaO) + CaO + nH^2O = Al^2O^3.4CaO.12H^3O$$
$$+ 3(Al^2O^3.3H^2O) + Ca(OH^2) + nH^2O.$$

Le mécanisme de la prise serait alors le suivant : en milieu alcalin de pH supérieur à 12 c'est l'aluminate tétracalcique qui se forme comme l'a constaté Lafuma, ce sel précipite aux dépens de l'aluminate anhydre dissous avec dépôt d'alumine libre, la chaux n'agit pas quantitativement mais seulement pour déterminer l'alcalinité initiale du milieu, alcalinité qui se maintient ensuite automatiquement non pas sans doute de façon stable, mais pendant un temps suffisant pour troubler profondément les phénomènes de prise et de durcissement en raison de la rapidité de la réaction alors que la combinaison de $CaO + Al^2O^3$ est un phénomène lent (Travers et Sehnoutka, *loc. cit.*, p. 272). D'autre part, la faible résistance s'explique facilement, non pas par une hydratation sans mise en solution préalable comme le suppose Lafuma, mais par ce fait que la solution n'a pas le temps de se sursaturer et de recristalliser en cristaux développés : l'aluminate passe bien en solution mais il précipite aussitôt comme dans l'expérience de Le Chatelier en milieu de pH 12. Il est dès lors normal d'avoir une résistance très médiocre.

Enfin ce n'est pas parce que le gâchage détruit la cristallisation que la résistance est mauvaise, car si l'on hydrate en place le ciment mêlé de chaux, gâché à sec et pilonné préalablement, les résultats restent tout à fait médiocres.

En résumé l'indice pH qui définit l'alcalinité du milieu est d'une importance capitale, puisqu'il détermine la forme et la nature des aluminates de chaux hydratés qui se forment à partir des aluminates anhydres; cette alcalinité provoque les mêmes phénomènes, *quelle que soit la base qui en est la cause*, et cette constatation permet de comprendre par analogie le mécanisme et la raison des anomalies que provoque la présence de chaux dans les ciments alumineux.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Influence de l'oxygène sur la dégradation des solutions de caoutchouc.* Note de MM. **Paul Bary** et **Émile Fleurent**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Les travaux de M. H. Staudinger, de MM. Dufraisse et Drisch et de quelques autres ont attiré l'attention sur l'effet considérable que produit l'oxygène sur la rigidité du caoutchouc et sur la viscosité de ses solutions.

Dans nos Notes précédentes [1] nous avons montré que la dégradation des solutions de caoutchouc dans divers solvants, à différentes températures et concentrations, tendaient toutes en présence d'oxygène, même en très faibles proportions, vers une viscosité limite du même ordre de grandeur que celle du solvant employé.

Nous avons entrepris une nouvelle série d'expériences faites sur plusieurs solutions de caoutchouc de plantation, en crêpes fumées, dans le xylène à différentes concentrations. On opérait en tubes scellés sous le vide prolongé. Pour chaque concentration et chaque température de l'étuve, on préparait 10 tubes scellés qui étaient placés ensemble, soit à la température de 44°, soit à celle de 92° C. Après des durées de chauffage plus ou moins longues, on prenait un tube de chaque série qu'on laissait revenir à 20° et l'on en déterminait la vitesse d'écoulement à travers un tube capillaire; le rapport du temps d'écoulement de la solution à celui du solvant pur était considéré comme la viscosité relative.

On observe dans ces conditions que la dégradation du caoutchouc en solution ne tend plus, comme nous l'avions observé précédemment en présence d'oxygène, vers une limite correspondant à la viscosité relative égale à l'unité, mais vers une dégradation limite d'autant plus avancée que la solution de caoutchouc est plus concentrée et que la température constante du chauffage est plus basse.

Cette longue série d'expériences a montré à nouveau l'influence considérable de traces d'oxygène qui, dans certains cas et malgré les grandes précautions prises pour les éviter, ont obligé à écarter bien des tubes pour lesquels les valeurs de la viscosité étaient beaucoup plus faibles que celles qu'on avait obtenues pour des durées de chauffage plus grandes. Ces résultats nous ont conduit à éliminer un certain nombre de déterminations et, étant donné que pour chaque série nous n'avions au total que dix mesures

(1) *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 946; **193**, 1931, p. 852.

à des temps différents, les douze séries entreprises, mais non encore totalement terminées, ont laissé moins de résultats définitifs qu'on ne l'espérait.

De ceux-ci nous pouvons cependant tirer quelques conclusions. La courbe de dégradation en fonction du temps peut encore s'exprimer, dans chaque cas, par une loi hyperbolique telle que

$$\eta - \eta_{\infty} = \frac{A}{t - \theta},$$

dans laquelle η est la viscosité relative au temps t, η_{∞} la viscosité limite, A et θ des constantes. Le tableau ci-dessous donne les valeurs de η_{∞}, A et θ permettant de trouver par le calcul les valeurs observées pour η avec des écarts du même ordre que les erreurs d'expérience.

Température.	Concentration (pour 100).	A.	θ.	η_{∞}.
44°	3,0	124000	1150	100,0
	2,0	29400	282	34,9
	1,5	64170	2750	7,9
92°	3,0	7380	33,1	10,9
	2,0	2595	167,0	4,8

Les valeurs de η_{∞} ainsi trouvées, dans des chauffages poursuivis à 44° pendant 5700 heures et à 92° pendant 4000 heures, font ressortir que la limite vers laquelle tend la dégradation correspond à une viscosité d'autant plus faible que la solution est moins concentrée et que la température est plus haute. Cette limite, qui a lieu pour $\eta_{\infty} = 1$ en présence d'oxygène, est atteinte beaucoup plus rapidement dans ce dernier cas.

GÉOLOGIE. — *Sur la présence d'un grand Crocodilien dans la molasse glauconieuse miocène d'El Kanséra (Prérif marocain) et sa signification stratigraphique*. Note [1] de M. **Jacques Bourcart.**

La colline d'El Kanséra, traversée en gorge par l'Oued Beht, est formée par une lame liasique chevauchant un petit anticlinal pliensbachien, un dernier anticlinal, pliensbachien également, le Djebel Djebil, se trouve un peu plus à l'Ouest. Les uns et les autres sont recouverts par une molasse à ciment calcaire, très riche en grains de glauconie.

---

[1] Séance du 3 octobre 1932.

Celle-ci repose directement, sans conglomérat de base, sur le Domérien supérieur de la lame chevauchante et sur le Pliensbachien de l'anticlinal chevauché. Au Djebel Djebil, au contraire, la base de la molasse est formée par un grès très dur, composé de granules de quartz gros comme des petits pois. Elle repose parfois [1] sur des marnes rouges aquitaniennes à *Leucochroa*.

A la partie supérieure, la molasse d'El Kanséra, comme celle de toutes les rides prérifaines, passe à des « marnes blanches » qui sont l'équivalent du *schlier* viennois. Il faut donc attribuer au Burdigalien les molasses vertes sous-jacentes.

Ces molasses contiennent des fossiles à deux niveaux : à la base et dans la zone de passage aux marnes blanches.

A la base, j'ai recueilli des dents de *Carcharodon megalodon*, de grands individus de *Flabellipecten incrassatus* Partsch, un Clypéastre voisin de *Cl. altus* et *Hypsoclypeus doma* Pomel.

Dans la région de passage aux marnes blanches j'ai récolté : *Fl. burdigalensis* Lk, *Fl. incrassatus* Partsch (de grande taille), *Fl. Ficheuri* Brives (in Dep. et Rom.) var. *Pouyannei* Br., *Amussium badense* Font., *Chlamys pavonacea* Font. et de très nombreuses dents de *Carcharodon*, *Oxyrhina* et de Raies. Au milieu de cette faune, à la carrière de la cote 250, j'ai en outre recueilli des ossements d'un grand Crocodilien : une vertèbre biplane, divers fragments des os des membres, du rostre (?) et une dent.

Ces pièces présentent une extraordinaire analogie avec celles de *Dyrosaurus phosphaticus* (Ph. Thomas) qui se trouvent dans les collections de l'Institut scientifique chérifien et avec celles de Gafsa figurées par A. Thévenin dans son Mémoire fondamental [2]. L'étude que j'espère en faire ultérieurement me montrera s'il s'agit d'ossements appartenant vraiment à un *Dyrosaurus* ou à un genre voisin. Il n'en reste pas moins intéressant de noter qu'un grand Crocodilien, à vertèbres platycœles de type secondaire, a persisté au Maroc, non seulement jusqu'au début du Tertiaire [3] mais jusqu'au Miocène.

Mais cette trouvaille offre un intérêt d'un autre ordre, en ce sens qu'elle nous conduit à comparer, au point de vue du milieu où elle est formée, la

---

[1] F. Daguin, *Contribution à l'étude géologique de la région prérifaine*, Thèse, Paris 1927, p. 301.

[2] *Le* Dyrosaurus *des Phosphates de Tunisie* (*Ann. Paléont.*, 6, 1911, p. 95-108).

[3] *Bull. Soc. géol. de France*, **18**, 1918, p. 164.

molasse burdigalienne du Prérif avec les diverses formations à phosphate du Maroc et surtout avec le Thanétien phosphaté et glauconieux que Louis Gentil a décrit de la trouée de Taza. Cette comparaison est légitimée du fait que les molasses burdigaliennes et même la base des « marnes blanches » contiennent des concrétions ou des grains de phosphate. La proportion, dans certains échantillons de Bab Tizra, peut aller jusqu'à 4 pour 100 (Beaugé *in* Daguin, *op. cit.*, p. 315). Il y a donc lieu de penser que la molasse burdigalienne s'est formée dans une sorte de lagune très abritée.

Quelles peuvent être les limites de cette lagune? La molasse verte couvre toutes les rides prérifaines jusqu'au Zalar' de Fez. Les points les plus septentrionaux où elle a été observée sont la Kelaa des Sless et le Djebel Messaoud, le long de l'Ouerr'a (L. Gentil, *op. cit.*, p. 160). A l'Ouest, un sondage entrepris à Si Allal Tazi a rencontré des grès glauconieux, qui en sont très probablement l'équivalent, à une profondeur de 200^{m} [1].

Dans le R'arb septentrional et les Djebalas, cette formation manque complètement; c'est par erreur que les grès roux vindoboniens du R'arb ont été attribués au Burdigalien. Dans les Djebalas, et probablement dans toute la partie méridionale du Rif, cet étage est représenté par des grès ou calcaires à Myogypsines, *Eulepidina elephantina*, Amphistégines, etc., qui font partie d'une épaisse série, uniforme, de dépôts marins oligocènes et aquitaniens [2] analogues aux formations de cet âge d'Andalousie, du Piémont et même des Iles de la Sonde.

Plus au Nord, dans les Andjéras, le Burdigalien manque complètement; le Vindobonien à *Cardita Jouanneti* est transgressif sur l'*Arenisca del Aljibe*, formation continentale qui termine l'Oligocène.

A l'Est, il a été reconnu sur le bord méridional du Détroit de Taza, mais il s'y montre avec un faciès beaucoup plus détritique qui évoque davantage un littoral. C'est donc probablement de ce côté qu'il faut chercher la communication de notre lagune avec la mer ouverte.

Il en résulte qu'on peut ainsi reconstruire la géographie burdigalienne du Maroc : au Nord, un massif émergé (Massif bético-rifain); puis, sur l'emplacement du Rif méridional, les dépôts de la Téthys; enfin, séparée de celle-ci par un haut fond, une lagune, sur l'emplacement actuel des guirlandes prérifaines, qui communiquait à l'Est avec la mer libre, le Moyen-Atlas et la Meseta restant émergés.

---

[1] Assimilés au « grès du Zerhoun » (Jurassico-Crétacé) par M. P. Russo (*Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1253) et qu'il a reconnus depuis être du Miocène (*com. verbale*).

[2] Jacques Bourcart et Elisabeth David, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1358.

HYDROLOGIE. — *Action de l'iode sur les eaux marines.* Note de M. **Georges Denigès**, présentée par M. A. Desgrez.

Ayant eu l'occasion de nous assurer de la présence constante et relativement abondante, quoique méconnue, d'iode ionisé (iodures) et d'ion iodique, à l'exclusion, pratiquement complète, d'iode organique (moins de $0^{mg},3$ par litre) dans l'eau intervalvaire des huîtres dites *superiodées*, ainsi que dans les eaux marines soumises à l'action de cet halogène (*sérums marins enrichis en iode*), nous avons cherché le mécanisme de la production, dans ces liquides, de ces deux formes d'iode minéral.

A titre documentaire, nous donnerons d'abord (exprimés en milligrammes par litre) quelques résultats analytiques, touchant ces liquides superiodés, en représentant par I(IM) l'iode ionisé du type iodure [1] et, par IO^3, l'iode à l'état d'ion iodique :

	Eaux marines dites *superiodées*.					Eaux intervalvaires d'huîtres dites *superiodées*.			
	A.	B.	C.	D.	E.	1. (4-11-31)	2. (16-11-31)	3. (13-7-32)	4. (5-10-32)
Iode libre..........	17	0	0	0	0	0	0	0	0
I(IM)..............	127	76	30	135	139,5	99	81	120	64
I(IO^3)..............	1	4	6	0,5	0,5	1	9	0,5	6
I total..............	145	80	36	135,5	140	100	90	120	70
I organique.........	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Il résulte des chiffres ci-dessus : 1° que la teneur en iode total, *du reste exclusivement minéral*, de ces eaux, varie entre 36 et 145^{mg} par litre; 2° que tous ces échantillons contiennent de l'ion iodique (à iode libérable par SO^4H^2, en présence d'iodures); 3° que, seule, l'eau A, prélevée dans le bassin de traitement, avant décoloration complète, contenait de l'iode libre.

Pour connaître l'influence des divers constituants de l'eau de mer sur ces transformations de l'iode, nous avons étudié l'action plus ou moins prolongée de ce corps : 1° sur l'eau distillée; 2° sur une solution de ClNa à 30^g par litre; 3° sur des solutions de bicarbonate de calcium; 4° sur de

---

[1] Bien que le fait ait été nié (ce qui paraît inexplicable vu la facilité de sa réalisation), *tous* ces liquides, additionnés d'une quantité suffisante d'ammoniaque, puis filtrés, fournissent avec NO^3Ag un trouble constant de IAg colloïdal, réaction caractéristique des iodures.

l'eau de mer. Enfin, nous avons examiné par quel mécanisme se décoloraient ces divers véhicules saturés d'iode lorsque, comme dans le traitement industriel, on les mettait en contact avec diverses matières organiques ou organisées (algues marines, huîtres, notamment).

L'eau distillée, ainsi traitée, renferme à l'état libre la presque totalité de l'iode dissous (de 175 à 300^{mg} par litre, suivant les cas); l'iode ionisé total est, en moyenne, de 10 à 15^{mg} par litre, en majeure partie sous forme de IM, avec 1 à 2^{mg} au plus à l'état iodique.

Il en est de même de l'eau chlorurée, mais avec majoration de l'iode libre, plus soluble dans cette eau que dans l'eau distillée.

Au contraire, avec l'eau bicarbonatée calcique, la quantité d'iode ionisé représente jusqu'aux 3/4 de l'iode libre, et cet iode ionisé est pour 5/6 sous forme d'iodure et pour 1/6 sous forme d'iodate.

Enfin, l'eau de mer se comporte comme l'eau bicarbonatée calcique et il n'est pas douteux qu'elle doit à ses constituants alcalino-terreux et non à ClNa ses propriétés d'ionisation vis-à-vis de l'iode.

Les eaux marines dites superiodées sont, industriellement, débarrassées de l'iode libre qu'elles renferment par un contact plus ou moins prolongé avec des algues et des huîtres.

Nous avons trouvé que cette action se produisait, dans le même sens, tant avec ces végétaux (et aussi des feuilles de plantes terrestres) qu'avec ces mollusques, les uns et les autres étant utilisés vivants ou ébouillantés et que *la vie n'était pour rien dans leur action*. Sous leur influence, une moitié de l'iode libre est retenue par l'être organisé et l'autre moitié reste dans le liquide sous la forme ionisée du type iodure, tout se passant comme dans la réaction

$$XH + 2I = XI + IH.$$

L'albumine d'œuf, cuite, produit d'identiques résultats.

Conclusions. — 1° Les eaux marines, mises en contact avec de l'iode, en dissolvent une partie et ionisent le reste en ion iodique (1/6) et ion I (5/6) comme dans l'action des alcalis sur ce métalloïde. Les bicarbonates alcalino-terreux sont, dans l'eau de mer, les agents de cette ionisation qui se produit suivant l'égalité

$$6I^2 + 6[(CO^3H)^2Ca] = (IO^3)^2Ca + 5I^2Ca + 6H^2O + 12CO^2.$$

Quant à l'iode resté simplement dissous, par un contact suffisant, des eaux marines qui le renferment, avec des algues ou des mollusques, il s'ionise en partie sous la forme IM et, en partie, se fixe sur le végétal ou

l'animal. Que ceux-ci soient vivants ou morts, la transformation finale est la même.

Les doses définitives d'ion iodique et d'iode-ion étant fonction de ces divers facteurs, de leur durée d'action et de la température, on explique ainsi les variations quantitatives de ces ions dans les chiffres cités plus haut,

2° Un autre enseignement se déduit de ces résultats, c'est que ClNa, prépondérant par sa masse dans les eaux marines, n'en est pas toujours le principe le plus actif. Parfois, il cède de beaucoup, sous ce rapport, aux éléments alcalino-terreux de ces eaux.

On ne doit donc pas considérer comme eau de mer artificielle, surtout dans des expériences comparatives, une simple solution aqueuse de ce sel, même au titre où il se trouve dans les eaux océaniques.

HYDROLOGIE. — *Les périodicités des crues et des étiages du Nil.* Note (1) de M. V. **Frolow**, présentée par M. d'Ocagne.

Les auteurs arabes ont conservé (2) les cotes annuelles des plus hautes eaux et des étiages observées depuis l'an 621 au nilomètre de Rodah. Les séries ininterrompues vont jusqu'à 1433 pour les plus hautes eaux et jusqu'à 1284 pour les étiages. Ensuite les observations continues des crues n'ont été reprises qu'au XVIIIe siècle et celles des étiages à partir de 1838. La sincérité de ces séries a été contestée. Pourtant, analysés par la méthode Wallen (*fig.* 1) les graphiques des crues et des étiages se décomposent en variations de mêmes longueurs moyennes. Les crues et les étiages, deux phénomènes non identiques, accusent les mêmes périodicités. Ceci nous conduit à rejeter l'hypothèse d'un fait humain et y voir plutôt l'effet d'une loi naturelle régissant la variabilité du climat.

Les longueurs moyennes des périodes révélées par les séries de Rodah sont de 5 (3), 11, 23, 48 et de 225 années. Ces durées doivent être tenues pour des multiples et sous-multiples de la longueur de période des taches solaires (1/2, 1, 2, 4 et 20). La concordance absolue est ici impossible du fait de l'indivisibilité de l'unité des temps des graphiques qui est l'année, tandis que la durée moyenne de la période des taches solaires est supérieure à 11 années.

---

(1) Séance du 11 juillet 1932.

(2) Prince Omar Toussoun, *Mémoire sur l'histoire du Nil*, 2 (Le Caire, 1925).

(3) Indiquée déjà pour le Niger, *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 973.

Nil a Rodah.

Fig. 1.

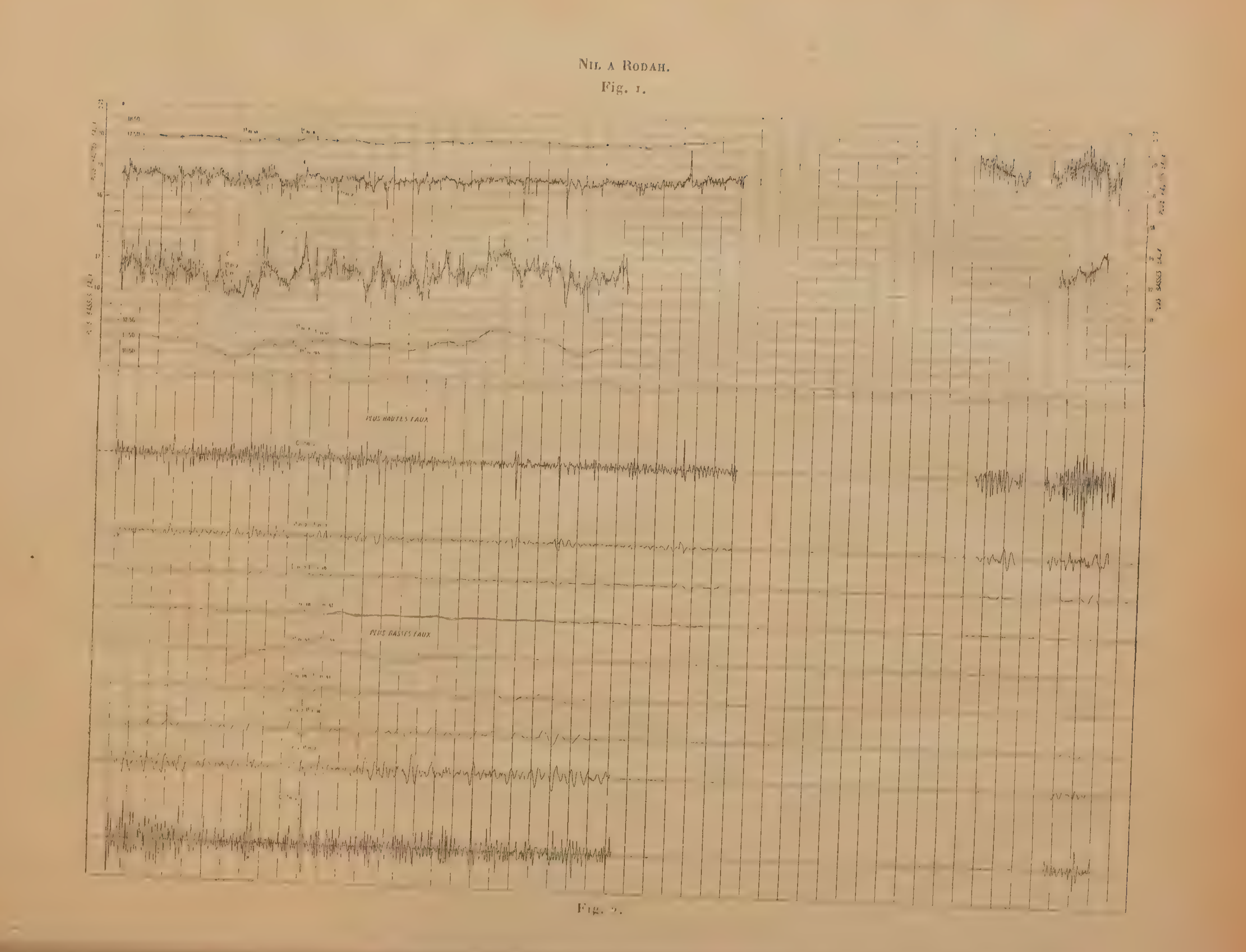


Fig. 2.

Les résultats énoncés permettent d'affirmer l'existence des oscillations limitées du climat de la zone équatoriale, mais montrent aussi que ses caractéristiques moyennes sont insuffisantes à elles seules à le définir.

L'amplitude des graphiques des plus hautes eaux est sensiblement moindre que celle des étiages. Ce fait est évidemment en relation avec la forme du lit, dont la section croît rapidement avec le remplissage. Ce lit étant affouillable et subissant le passage des bancs de sable, certaines discordances partielles entre les graphiques des plus hautes eaux et des étiages doivent être attribuées à l'instabilité du modèle du lit du Nil.

Il faut signaler spécialement le fait suivant, qui a trait à l'alluvionnement du fleuve. Les étiages, qui reflètent l'état du lit mineur, semblent osciller autour d'une droite unique. Par contre les plus hautes eaux, dont la cote dépend de l'état des berges du lit majeur, attestent aux environs de 1300 une accélération de leur élévation progressive. L'amplitude des plus hautes eaux est devenue, de plus, plus considérable dans les temps modernes. On peut y voir l'effet d'un encaissement plus prononcé du Nil. La vallée elle-même ou bien les digues doivent monter plus rapidement que le fond du lit de ce fleuve.

La valeur moyenne de surélévation des étiages est d'environ 16^{cm} par siècle. Celle des crues avant 1300 était d'environ 3^{cm} en un siècle. Elle a atteint ensuite 30^{cm} en un siècle.

Les graphiques indiquent qu'actuellement on peut attendre le retour des crues plus fortes, le minimum de la courbe de 225 années ayant dû avoir lieu vers 1900. Les barrages égyptiens ont ainsi permis l'irrigation normale de surfaces plus étendues qu'auparavant, même sous le régime des eaux peu abondantes. L'intervention des techniciens peut ainsi être appréciée à sa juste valeur.

CRYPTOGAMIE. — *Observations sur les Lichens des environs de Banyuls* (*Pyrénées-Orientales*). Note de M. **H. des Abbayes**, présentée par M. L. Mangin.

L'étude des Lichens du Massif Armoricain que je poursuis depuis une dizaine d'années m'a déjà permis de formuler plusieurs conclusions sur leur bionomie et leur écologie. Certaines comparaisons avec des régions de climat différent me paraissaient intéressantes. Dans ce but, j'ai rapidement étudié cette année les environs de Banyuls.

Les Lichens des Pyrénées-Orientales ont précédemment fait l'objet de deux études de Nylander (*Observata lichenologica in Pyr.* Orlibus. Caen (*Bull. Soc. Lin. de Normandie*, 2e série, 6, 1872); *Lichenes Pyr.* Orlium *observatis novis* (Paris, e typis Paul Schmidt, 1891); mais, dans ses travaux, les considérations écologiques manquent presque complètement et l'inventaire des espèces de la région est loin d'être terminé, comme le montre la découverte, en un espace restreint, d'une espèce inédite et de dix autres non encore signalées.

On peut répartir les localités que j'ai étudiées en trois groupes correspondant à des caractères écologiques différents.

I. *Basses collines autour de Banyuls* (*moins de* 300m *d'altitude*). — C'est le domaine de la Vigne, du Chêne-liège et de l'Olivier. Çà et là apparaît le maquis, coupé de rochers schisteux avec pointements de quartz. L'insolation est intense; le vent sec du NW (tramontane) y ajoute son effet desséchant; l'état hygrométrique moyen est d'environ 60 pour 100 [1]; nous sommes donc là sous l'influence d'un climat biologiquement sec, malgré des précipitations assez abondantes (705mm). La flore lichénique subit cette empreinte. D'une manière générale, la flore arboricole est pauvre; on remarque l'absence des *Usnea*, Lichens fruticuleux plus sensibles que les autres à la sécheresse et à l'effet mécanique du vent. Les *Parmelia* sont ici presque les seuls colonisateurs des troncs de Chênes-lièges et d'Oliviers. On y trouve les espèces ubiquistes : *P. trichotera* Hue, *caperata* Ach., *reticulata* Tayl., *sulcata* Tayl., *dubia* Schaer., et les espèces recherchant les stations éventées et lumineuses : *P. soredians* Nyl., *scortea* Ach., *carporhizans* Tayl., *tiliacea* Ach. Croissant en leur compagnie, existe une espèce que j'ai reconnue nouvelle : *Parmelia Duboscqi* n. sp.

La flore des Lichens saxicoles n'est pas beaucoup plus variée; parmi les foliacés, citons plus particulièrement *P. lusitana* Nyl. et *P. mougeotii* Schaer. qui est nouveau pour la région, mais y paraît très rare. Les Lichens crustacés se mêlent aux précédents et, parmi eux, *Pertusaria wulfenii* DC. var. *rupicola* Nyl. et *Dimelæna oreina* Ach., ce dernier presque exclusivement sur les rochers de quartz.

L'ensemble de cette flore a des affinités hypohygrophiles et héliophiles.

II. *Rochers des rives du torrent la Bailaory.* — En remontant son cours en

---

(1) Pour les renseignements météorologiques concernant cette région, voir H. Gaussen, *Végétation de la moitié orientale des Pyrénées.* Toulouse (*Bull. Soc. Hist. nat. de Toulouse*, 55, 1926, p. 11).

amont de Puig del Mas, on trouve par places, sur sa rive droite, une association très particulière formée par *Heppia guepini* Nyl., *H. obscurans* Nyl., *Omphalaria pulvinata* Nyl., *Asirosiphon densatulum* Nyl., *Endocarpon miniatum* Ach. Ces Lichens choisissent pour s'établir les rochers schisteux, nus, médiocrement inclinés, exposés entre le Sud et l'Ouest, où l'eau ruisselle au moment des pluies, ou bien sur lesquels des suintements entretiennent une mince couche humide. Aucun Lichen banal ou hypohygrophile ne se mélange à eux. Leur ensemble forme une association subhydrophile. Il est intéressant de remarquer que dans la station d'où provient le type d'*H. guepini*, près d'Angers (M.-et-L.), on trouve aussi, croissant ensemble *H. guepini*, *O. pulvinata*, *E. miniatum;* leur substratum y est également formé de schistes où l'eau suinte et ruisselle par intermittence.

III. *La Massane.* — Cette région est située à 8^{km} ouest de Banyuls par 600 à 800^{m} d'altitude. Sa principale caractéristique est que le Hêtre s'y montre dès 600^{m} sur les pentes Est, y formant des bois. La présence du Hêtre est l'indice sûr d'une humidité atmosphérique dont la moyenne est d'au moins 80 pour 100; mais là nous sommes à sa limite de tolérance vis-à-vis de la sécheresse. La flore lichénique reflète cette limite et, à côté d'espèces préférant les climats secs, comme *P. carporhizans*, nous trouvons les grands Stictacés représentés par 7 espèces; mais, alors que la première recherche, sur les troncs de la lisière, la place la plus éventée, les autres, au lieu de croître sur les arbres, comme dans les forêts de Basse-Bretagne, où ils baignent dans une atmosphère ayant une haute teneur hygrométrique, se sont ici rapprochés du sol et vivent uniquement sur la terre et les rochers moussus. Ils peuvent ainsi suppléer à l'insuffisance hygrométrique de l'air en profitant de l'humidité retenue dans les Mousses; le couvert de Hêtres les protège, d'autre part, de l'influence desséchante des vents. Par ailleurs, les troncs d'arbres sont nus, ne présentant pour ainsi dire aucun Lichen et, là encore, pour la même raison que précédemment, les *Usnea* font complètement défaut (Nylander avait remarqué ces faits, mais n'en avait pas donné d'explication). Dans ce bois de Hêtres, j'ai récolté les espèces suivantes nouvelles pour la région : *Sphærophoron coralloides* Pers., *Parmelia pertusa* Schaer., *P. pilosella* Hue, *Peltigera limbata* Del., *Nephromium parile* Nyl., *Ricasolia herbacea* DN., *Stictina sylvatica* Nyl.

Les rochers offrent une flore variée où prédominent *Pertusaria melanochlora* Nyl., *P. wulfenii* DC. var. *rupicola* Nyl., *Dimelaena oreina* Ach., *Ramalina breviuscula* Nyl., *R. subfarinacea* Nyl. *Umbilicaria pustulata* fait timidement son apparition sous forme de maigres échantillons. De

plus, il est remarquable de trouver ici *Pseudophyscia aquila* Hue, Lichen croissant ordinairement sur les falaises maritimes. La terre des rochers du sommet de la crête présente d'assez nombreux *Cladonia strepsilis* Wain., espèce nouvelle pour les Pyrénées.

Malgré une faible différence d'altitude, le contraste est donc profond avec la flore des basses collines et nous avons là un exemple de l'influence primordiale de l'humidité dans la bionomie et l'écologie des Lichens.

ZOOLOGIE. — *Le stade* Podamphora *et les Ebriacées*. Note de M. **R. Hovasse**, présentée par M. M. Caullery.

A. — K. Gemeinhardt a décrit, en 1931, sous le nom de *Podamphora Elgeri*, un curieux squelette des couches à Diatomées de Karand (Hongrie). Comme l'indique ce nom, le squelette comprend une sorte de ballon ou d'amphore portée par un trépied.

Trois notes, deux de A. Deflandre (¹) et une de moi-même (²), parues à peu d'intervalle, ont donné de cet organisme deux interprétations assez différentes pour qu'il faille revenir sur la question.

A. Deflandre voit à ce squelette deux parties d'origine très différente : le trépied qui est un squelette d'Ebriacée (point sur lequel nous sommes d'accord), et le ballon qui proviendrait d'un second organisme, probablement d'une Gromiacée, choisissant exclusivement des Ebriacées pour orner le fond de son squelette.

Pour en arriver là, l'auteur a repoussé l'hypothèse de Gemeinhardt, que j'ai faite mienne, à savoir qu'il s'agit simplement d'un stade d'enkystement. Ses arguments sont qu'un tel kyste ne correspondrait à rien de connu, et conduirait à envisager pour l'organisme un cycle inconcevable.

Je crois, au contraire, que cette seconde interprétation est seule correcte, pour les deux raisons suivantes.

L'étude d'un grand nombre de Podamphores montre que, sans aucun doute possible, chacun forme un tout homogène, ce qui ne se rencontre jamais chez les Gromiacées ou chez les Radiolaires qui utilisent des Diatomées comme base de leurs spicules. D'autre part, on constate qu'il faut distinguer, dans l'édification de ces squelettes, non pas deux stades, mais

(¹) *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 2171, et *Bull. Soc. Zool.*, 57, 1932, p. 302.
(²) *Bull. Soc. Zool.*, 57, 1932, p. 278.

trois. Le premier correspond au squelette normal, le troisième, à l'amphore. Entre les deux s'intercale un stade d'hypertrophie du squelette initial, stade d'hypersilicification : les crêtes siliceuses s'élèvent, se garnissent d'épines surnuméraires, forment un ensemble ajouré embrassant l'amphore. J'ai constaté très nettement, chez *Ebriopsis crenulata* Hov., que l'édification de l'amphore marche de pair avec cette exagération du squelette initial. Très certainement, c'est le même organisme qui hypersilicifie le squelette et sécrète le kyste.

Mais, ici, l'étude des formes actuelles, *Hermesinum adriaticum* et *Ebria tripartita*, nous apprend que c'est également un même organisme qui sécrète le squelette initial et l'hypersilicifie. Il me semble donc logique d'admettre qu'il en a été de même chez les formes fossiles à Podamphores, et de considérer l'hypothèse d'un second organisme sécréteur comme superflue.

Les cinq *Podamphora* de A. Deflandre — *P. elgeri* (Gem.), *P. japonica* (Gem.), *P. lata*, *P. mesnili* et *P. ampulla* — ne sont que des synonymes de : *Parammodochium elgeri* (Gem.) [1], *Ebriopsis antiqua* (Schulz.), *Ebriopsis* sp., *E. crenulata* Hov., *Ammodochium prismaticum* Hov. [2].

B. — A. Deflandre a fait suivre sa seconde Note de remarques générales, dans lesquelles, s'appuyant sur les formes fossiles, il critique certains points de ma manière de considérer les Ébriacées. Je ne puis relever ses critiques, d'importance du reste minime, et qui sont dues à ce qu'il n'a pu observer les formes actuelles et leur développement.

Dans un groupe aussi étrange que celui des Ébriacées, je crois bon d'aller du connu à l'inconnu, et de n'interpréter les formes fossiles qu'autant que les formes actuelles permettent de le faire. Quant à vouloir faire la phylogénie du groupe, je crois qu'il serait bon auparavant d'approfondir notre connaissance des espèces.

---

(1) Le terme générique de Deflandre a la priorité sur le mien, mais consacre une erreur d'interprétation, le squelette en question ne se rapprochant nullement de celui d'*Ammodochium*.

(2) Je maintiens ce nom (contrairement à Deflandre, *loc. cit.*, p. 304), car l'espèce en question a été désignée par Schulz sous trois noms différents : *Ebria antiqua* var. *rectangularis* (vues latérales), *E. antiqua* et *E. antiqua* var. *simplex* (vues apicales).

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur l'absorption ultraviolette de certaines huiles végétales ou animales*. Note de MM. **André Chevallier**, **Jean Guillot** et **Pierre Chabre**, présentée par M. A Desgrez.

En nous servant du dispositif spectrophotométrique décrit par l'un de nous [1], nous avons établi une centaine de courbes d'absorption dans l'ultraviolet, de 4000 Å à 2000 Å, de divers échantillons d'huiles végétales ou de poissons. Ces courbes, représentant : $\log I_0/I = f(\lambda)$, se rapportent toutes à une concentration de 1 pour 100 d'huile dans l'hexane pur, sous une épaisseur de 1^{cm}.

L'examen de ces documents montre que si l'on se réfère, non pas à la valeur absolue de l'absorption pour une même région du spectre, mais à la valeur relative de cette absorption, en considérant toute l'étendue du spectre ultraviolet, une huile pure, ayant une origine déterminée, présente toujours un spectre d'absorption caractéristique. C'est ainsi que les huiles d'olive ont un spectre qui leur est propre, quel que soit l'échantillon, à condition qu'il s'agisse d'huile d'olive pure. Il en est de même pour les huiles de maïs; de même encore pour les huiles de foie de morue.

Cet examen, pour ainsi dire, qualitatif du spectre, permet de tracer la courbe moyenne d'absorption caractéristique de chacun de ces produits.

Dans un second temps, nous avons entrepris l'étude de certains des accidents que présentent ces courbes, essayant d'expliquer leur présence par les caractères chimiques de l'huile considérée : notamment : acidité, teneur en insaponifiable, teneur en vitamines A et D, présence des pigments. Pour y parvenir, nous nous sommes adressés, toutes les fois qu'il était possible, à de mêmes huiles pures, mais dans lesquelles les éléments mentionnés présentaient des variations très grandes que l'on pouvait apprécier par une autre méthode; ou encore, en séparant certains de ces éléments et en mesurant leur absorption propre.

Vitamine A. — La présence de la vitamine A détermine une absorption très caractéristique avec sommet à 3280 Å ainsi que Morton et Heilbron l'ont montré. Les courbes d'huile de foie de morue sont très nettes à ce sujet.

Insaponifiable. — L'insaponifiable des huiles absorbe très nettement depuis 2550 Å jusqu'à 2950 Å. Cette zone correspond à la présence des stérols et de la vitamine D. Lorsque les produits contiennent, en outre, de la vitamine A, la courbe de leur

---

(¹) A. Chevalier et P. Dubouloz, *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 174.

insaponifiable préparé sous azote, montre la bande d'absorption déjà signalée à 3280 A.

Acides gras libres. — Il semble bien que les acides gras libres sont responsables de l'absorption dans trois zones distinctes :

1° Une bande dont le sommet se trouve à 3175 A.

2° Une autre plus importante située entre 2825 A et 2625 A qui se superpose avec une partie de l'absorption sélective de l'insaponifiable.

3° Une absorption massive à partir de 2550 A vers les petites longueurs d'onde.

Pigments. — La présence des pigments peut expliquer les bandes d'absorption à 4200 A et 3300 A que l'on reconnaît dans les huiles très colorées, certaines huiles de maïs par exemple. Elles correspondent à l'absorption de pigments comme la chlorophylle ou la matière colorante du rocou. Mais, dans le cas des huiles courantes, peu colorées, l'absorption sélective due aux pigments n'influe pratiquement pas sur le spectre.

L'ensemble de ces facteurs contribue à donner son allure caractéristique à la courbe de l'huile; mais des différences individuelles peuvent se manifester entre des huiles de même nature, du fait de la prédominance très marquée d'un des constituants ou encore du fait de traitements particuliers subis par le produit. Dans ces cas, une déformation correspondante s'observe à l'examen spectrophotométrique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la formation de polythionates supérieurs au cours de la solubilisation du soufre élémentaire dans le sol.* Note de MM. **G. Guittonneau** et **J. Keilling**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Nous avons établi [1] que, dans une terre où l'activité de la florule zymogène avait été exaltée par l'apport d'une matière énergétique (terre du Jardin de l'Institut Agronomique additionnée de peptone), le soufre élémentaire pouvait, avant de se transformer en sulfates, se solubiliser :

A — à l'état d'hyposulfites facilement dosables;

B — à l'état de composés très stables en milieu acide, parmi lesquels nous avions déjà reconnu la présence de l'acide pentathionique.

De nouvelles études devaient nous montrer que ces derniers composés (produits B) sont constitués en très grande partie, sinon exclusivement,

---

(1) G. Guittonneau et J. Keilling, *Comptes rendus*, 184, 1928, p. 898, et 191, 1930, p. 277.

par un mélange de polythionates supérieurs. Au cours de trois séries de recherches nous avons en effet établi successivement les faits suivants :

1° *Les produits* B, *traités par la potasse à chaud, se comportent, en se décomposant dans les extraits, comme le ferait un mélange de polythionates supérieurs.*

Il suffit d'examiner les chiffres du tableau ci-dessous pour s'en rendre compte et pour remarquer, en outre, que les polythionates générateurs d'hyposulfites et de sulfites en milieu alcalin [1] pouvaient se trouver associés de manières très différentes dans les extraits des divers lots de nos terres d'expériences. L'attaque alcaline, pratiquée méthodiquement dans tous ces essais, comportait un traitement des extraits ou des solutions de thionates par 10 pour 100 de potasse à l'ébullition pendant 5 minutes. Nous avons précisé dans une autre publication [2] les méthodes analytiques mises en œuvre dans nos recherches.

		Résultat de l'attaque alcaline.			
		Milligr. pour 100$^{cm^3}$ d'extrait.		Pour 100 de S caractérisé.	
Liquides étudiés.	S des produits B en milligr. pour 100$^{cm^3}$.	S des sulfites.	S des hyposulfites.	S des sulfites.	S des hyposulfites.
Extraits aqueux des terres d'expérience du :					
12 octobre 1931	370,0	96,1	266,0	26,5	73,5
16 octobre 1931	420,0	57,7	366,0	13,6	86,4
28 mai 1932	125,6	26,8	92,4	22,4	77,6
Solutions de :					
Pentathionate de potassium	–	–	–	0	100
Tétrathionate de potassium	–	–	–	25	75
Trithionate de potassium	–	–	–	66	33

2° *Les produits* B *peuvent être séparés en grande partie des extraits sous la forme de sels potassiques cristallisés présentant les caractères d'un mélange brut de polythionates de potassium.*

Exemple. — Un extrait du 14 avril 1932, exempt d'hyposulfites et contenant 3 pour 1000 de soufre oxydable (produits B), a été désulfaté et amené par congélation fractionnée, entre 0 et —2°, à une richesse de 6,3 pour 1000 en soufre des produits B, sans que les propriétés de ceux-ci aient

(1) Fordos et Gelis, *Ann. de Chimie et de Physique*, 28, 1860, p. 451.

(2) G. Guittonneau et J. Keilling, *Ann. agronomiques*, 5, 1932, p. 705.

été en rien modifiées. 150$^{cm^3}$ de l'extrait concentré, contenant 945^{mg} de soufre oxydable, ont été traités par l'acétate de potassium en milieu légèrement acétique et en présence d'un grand excès d'alcool-éther, puis abandonnés à la cristallisation à — 20° — 30°. Après 4 jours, on en a séparé 2^{g} de cristaux bruts renfermant 38,5 pour 100 de soufre oxydable, soit au total 81,5 pour 100 du soufre de l'extrait traité. A l'attaque alcaline le soufre de ces cristaux passait quantitativement à l'état de sulfites et d'hyposulfites (23,2 pour 100 de soufre des sulfites pour 76,8 pour 100 de soufre des hyposulfites), comme l'eût fait celui d'un mélange de thionates supérieurs (voir tableau précédent).

3° *En dehors de l'acide pentathionique antérieurement caractérisé, il est possible de séparer des produits* B *de l'acide tétrathionique.*

Nous avons tenté cette séparation en partant de lots convenablement choisis de cristaux bruts provenant des expériences précédentes.

Exemple. — Des cristaux bruts, obtenus le 7 mai 1932, donnaient à l'attaque alcaline 1 partie de soufre des sulfites pour 3,3 parties de soufre des hyposulfites. Ils étaient présumés particulièrement riches en acide tétrathionique (pour le tétrathionate de potassium soumis à l'attaque alcaline, on a, en effet, soufre des sulfites/soufre des hyposulfites = 1/3). 1^{g},350 de ces cristaux bruts, dissous dans 20$^{cm^3}$ d'eau sulfurique à 1 pour 100 donnaient, après quelques jours, 250^{mg} de beaux cristaux présentant, en solution, toutes les propriétés des tétrathionates et ayant la composition centésimale suivante : $S = 40,4$, $K = 24,4$, Rapport $S/K = 1,66$ au lieu de $S = 40$, $K = 24,3$, $S/K = 1,65$ pour le tétrathionate de potassium monohydraté.

Généralisation de notre étude. — L'étude analytique des produits intermédiaires solubles de l'oxydation microbienne du soufre dans diverses terres de culture, non additionnées de matière énergétique, nous a montré que, d'une manière générale, ces produits ne renfermaient que des traces ou tout au plus de faibles proportions d'hyposulfites. La plus grande partie du soufre entrant dans leur constitution était engagée dans des combinaisons que nous avons pu assimiler à des polythionates supérieurs parce que, très stables en milieu acide, elles se comportaient à l'attaque alcaline exactement comme les produits B précédemment définis.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Séro-calcémie et rein. Au sortir du rein, le sang contient moins de calcium. Après l'ablation des reins, élévation passagère du taux de calcium du sang général.* Note [1] de MM. **J. Cheymol** et **A. Quinquaud**, présentée par M. A. Desgrez.

L'activité rénale modifie la teneur du sang en calcium total. En traversant le rein, le sang perd du calcium, le sang de la veine rénale en contient moins que le sang artériel. D'autre part, après l'ablation des deux reins, le sang général en renferme davantage, élévation d'ailleurs passagère, bientôt remplacée par un abaissement.

Nous dosons le calcium dans le sérum par la technique de L. Velluz et R. Deschaseaux [2] donnant une approximation de 2 à 3 pour 100. Calcémies indiquées en milligrammes par litre de sérum.

La traversée du rein appauvrit le sang en calcium. Comparons, sur le même Chien, les teneurs en calcium du sang de la veine rénale et du sang de l'artère carotide, nous trouvons une séro-calcémie rénale inférieure. Pour des calcémies artérielles de 101, 105, 105, 105, 107, calcémies rénales de 92, 103, 100, 101, 103; baisse absolue 9, 2, 5, 4, 4; baisse relative pour 100 : 8,9, 1,9, 4,7, 3,8, 3,7. En moyenne, pour une calcémie artérielle de 105, calcémie veineuse de 100, baisse absolue : 5; baisse relative pour 100 : 4,8.

Si le sang s'appauvrit en calcium en traversant les reins, après leur ablation il en contient davantage. C'est ce que nous constatons sur douze Chiens. Les deux reins sont enlevés par la voie lombaire droite ou bien en ouvrant l'abdomen sur la ligne blanche, animal anesthésié au chloralosane. On pose deux ligatures l'une sur le pédicule vasculo-nerveux, l'autre sur l'uretère.

Élévation absolue en moyenne de 13 milligrammes, par suite hausse relative de 11 pour 100, comprise sur six animaux entre 11 et 22 et sur cinq entre 4 et 10. A noter un chiffre aberrant à 52.

L'élévation du taux de calcium du sang ne survient pas seulement après l'ablation des deux reins, nous l'observons aussi après la ligature du pédicule vasculo-nerveux rénal. Vingt-quatre heures après, chez une jeune

---

(1) Séance du 20 juin 1932.

(2) L. Velluz et R. Deschaseaux, *C. R. Soc. Biol.*, **104**, 1930, p. 977-978.

Chienne de 13^{kg}, la séro-calcémie passe de 115-116 à 121, hausse de 6 milligrammes, soit de 5,2 pour 100. Le lendemain elle baisse à 100.

La séro-calcémie ne demeure pas longtemps à ce taux élevé, de un à deux jours; sur douze Chiens cette élévation dure six fois pendant deux jours et six fois pendant un jour. Son maximum a lieu sept fois le premier jour et cinq fois le second.

L'élévation du taux de calcium du sang après l'ablation des reins ou la ligature du pédicule rénal.

	Séro-calcémie maximum.				
				Élévation	
Chien.	Jour.	Calcémie antérieure.	Valeur.	absolue.	°/₀.
Ablation des reins.					
♂ adulte, 19^{kg}.........	2^{e}	113	118	5	4,4
♂ jeune, 12^{kg}.........	1er	110	118	8	7,2
♂ adulte, 14^{kg}.........	2^{e}	114	121	7	6,1
♀ jeune, 9^{kg}.........	2^{e}	113	124	11	9,7
♂ adulte, 15^{kg}.........	1er	111	124	13	11,7
♀ vieux, 6^{kg}.........	1er	116	133	17	14,6
♂ adulte, 10^{kg}.........	1er	105	128	23	21,8
♂ jeune, 17^{kg}.........	1er	109	133	24	22
♂ jeune, 12^{kg}.........	1er	110	168	58	52
♂ adulte, 13^{kg}.........	2^{e}	114	135	21	18,4
♂ jeune, 19^{kg}.........	1er	119	131	12	10
♂ jeune, 19^{kg}.........	2^{e}	114	131	17	14
Ligature du pédicule rénal.					
♀ jeune, 13^{kg}.........	1er	115	121	6	5,2

Cette élévation ne persiste pas. A partir du troisième jour, en général, la séro-calcémie s'abaisse. Nous avons observé le chiffre le plus bas, 62, sur un Chien de 19^{kg}, mort au sixième jour. Une telle baisse, de 45 pour 100, nous l'avons vue déjà sur un animal mourant à la suite de l'ablation de l'appareil thyroïdien, mais ayant survécu 11 jours, grâce à l'ingestion préalable d'ergostérol irradié. Le Chien simplement privé de ses parathyroïdes meurt avec une séro-calcémie abaissée d'environ 60 pour 100.

Élévation et baisse n'existent que si le rein a été enlevé. On ne les observe pas si on libère seulement les reins des tissus conjonctifs environnants,

qu'on les attire dans l'ouverture de la plaie cutanée et qu'après avoir débarrassé les vaisseaux et l'uretère des tissus graisseux adjacents, on laisse les reins reprendre leur place. Quinze jours après, sur une jeune Chienne de $8^{kg},7$, la séro-calcémie auparavant à 110 est encore à 109.

Ainsi, quand on enlève les reins, on observe une élévation du taux de calcium du sang, en moyenne de 10 pour 100. D'autre part, le sang de la veine rénale contient moins de calcium que le sang artériel, environ 5 pour 100. La suppression du rein amène une élévation de la calcémie ; en traversant le rein, le sang s'appauvrit en calcium.

A $15^h 40^m$ l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à $15^h 55^m$.

E. P.

ERRATA.

(Séance du 10 octobre 1932.)

Note de M. *Paul Chauchard*, Les variations de salinité mesurées à l'aide des conductivités électriques : étude de la Rance au Chatelier :

Page 622, ligne 12, *au lieu de* Krindsen, *lire* Knudsen; ligne 13, *au lieu de* certitude, *lire* rectitude.